

FOLIA FORESTALIA 597

METSÄNTUTKIMUSLAITOS · INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE · HELSINKI 1984

HANS GUSTAV GUSTAVSEN JA
KARI MIELIKÄINEN

LUONTAISESTI SYNTYNEIDEN
KOIVIKOIDEN KASVUPAIKKA-
LUOKITTELU VALTAPITUUDEN
AVULLA

SITE INDEX CURVES FOR NATURAL
BIRCH STANDS IN FINLAND



METSÄNTUTKIMUSLAITOS
THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE

Osoite: Unioninkatu 40 A
Address: SF-00170 Helsinki 17, Finland

Puhelin: (90) 661 401
Phone:

Ylijohtaja: <i>Director:</i>	Professori <i>Professor</i>	Aarne Nyssönen
Yleisinformaatio: <i>General information:</i>	Tiedotuspäällikkö <i>Information Chief</i>	Olli Kiiskinen
Julkaisujen jakelu: <i>Distribution of publications:</i>	Kirjastonhoitaja <i>Librarian</i>	Liisa Ikävalko-Ahvonen
Julkaisujen toimitus: <i>Editorial office:</i>	Toimittaja <i>Editor</i>	Seppo Oja

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 yhdeksällä tutkimus- ja koeasemalla. Tutkimus- ja koetoimintaa varten laitoksella on hallinnassaan valtion-metsiä 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 nine 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 597

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1984

Hans Gustav Gustavsen ja Kari Mielikäinen

LUONTAISESTI SYNTYNEIDEN KOIVIKOIDEN KASVUPAIKKALUOKITTELU VALTAPITUUDEN AVULLA

Site index curves for natural
birch stands in Finland

Approved on 30.5.1984

SISÄLLYS

1. JOHDANTO	3
2. TUTKIMUSAINEISTO	5
3. LUONTAISESTI SYNTYNEIDEN KOIVIKOIDEN VALTAPITUUSBONITEETIT ...	5
31. Valtapituuden kehitysyhtälö ja sen luotettavuus	5
32. Luontaisesti syntyneiden koivikoiden pituusboniteettiluokat	7
33. Vertailu aiempiin tutkimuksiin	8
4. LUONTAISESTI SYNTYNEIDEN KOIVIKOIDEN PUUNTUOTOSKYKY	11
41. Kasvuyhtälöt ja harvennusmallit	11
42. Boniteettiluokkien puuntuotoskyky	11
5. SOVELTAMINEN KÄYTÄNNÖSSÄ	14
KIRJALLISUUS	15
SUMMARY	16
LIITTEET	18
1. Pituusboniteettiluokkien raja-arvojen taulukko	18
2. Pituusboniteettiluokkien keskiarvojen taulukko	19
3. Valtapituuden kasvutaulukko	20

GUSTAVSEN, H. G. & MIELIKÄINEN, K. 1984. Luontaisesti syntyneiden koivikoiden kasvupaikkaluokittelu valtapituuden avulla. Abstract: Site index curves for natural birch stands in Finland. *Folia For.* 597: 1—20.

Tutkimuksessa esitetään luontaisesti syntyneille raudus- ja hieskoivikoille kivennäismailla ikään ja valtapituuteen perustuva kasvupaikkaluokittelu sekä kunkin kasvupaikan puuntuotoskyky.

Tutkimuksen perusaineisto koostuu kesto- ja tilapäiskoealoista, jotka sijaitsevat pääasiassa Etelä-Suomen kivennäismailla. Valtakunnan metsien kolmannen inventoinnin 285 kertakoealan ja aiempien koivututkimusten tulosten avulla on testattu tulosten käyttökelpoisuutta maan eri osissa.

Tutkimuksessa on kehitetty metsikön valtapituuden valtakunnallinen kasvuyhtälö, joka perustuu 341 havaintojaksoon kestokoealoilta ja tilapäiskoealojen kaadetuista valtuista.

Yhtälössä valtapituuskasvua ($I_{H_{dom}}$) selitetään metsikön biologisella iällä (T) ja valtapituudella (H_{dom}). Pituusboniteettien (H_{50}) arvot (26, 24, ...) ovat indeksilukuja, jotka ilmaisevat metsikön valtapituuden 50 vuoden biologisella iällä 2 m:n laajuisin luokin. Boniteettiarvot saadaan käyrästä kuitenkin rinnankorkeusian ($T_{1,3}$) funktiona.

Esitetyt pituusboniteetikäyrät on tarkoitettu luontaisesti syntyneiden koivikoiden luokitteluun koko maassa. Boniteettiluokat $H_{50} = 12-18$ tulevat pääasiassa käytettäväksi hieskoivuvaltaisten ja luokat $20-26$ rauduskoivuvaltaisten metsiköiden luokittelussa.

Tutkimuksessa on myös laadittu tilavuuskasvuprosentti (P_v) ennusteyhtälöitä, jotka perustuvat 87 puhtaaseen tai lähes puhtaaseen raudus- ja hieskoivukoealaan. Yhtälön (2) ja esitettyjen harvennusmallien avulla on laskettu boniteettiluokkien edustamat kuorelliset keskikasvuluvut ($m^3/ha/v$).

Kehitetyt boniteetikäyrät ja puuntuotosluvut osoittavat, että luontaisesti syntyneiden koivikoiden ja viljelykoivikoiden kasvupaikkaluokittelussa on käytettävä eri pituusboniteetikäyrästäjä.

The paper presents site index curves and corresponding mean annual increment values for natural *Betula pendula* Roth and *Betula pubescens* Ehrh. stands on mineral soils in Finland.

The site index curves have been derived from material of temporary and permanent plots in stands mainly situated in the southern half of Finland. They are checked against the material obtained from the 3rd National Forest Inventory (1951—53), comprising 285 temporary circular sample plots of 0.1 ha in birch-dominated stands, and against the results from earlier Finnish birch investigations.

For the two birch species together, a dominant height increment ($I_{H_{dom}}$) function was developed using 341 observation periods on permanent plots and stemanalyses of dominant trees on temporary plots. The function and the site curves have been worked out for the site classification of the two birch species in the whole country.

The site index system (2-m classes) has been derived by means of the increment function, with biological age (T) and the dominant height (H_{dom}) as independent variables. However, the site index classification are based on breastheight age ($T_{1,3}$). The site indicator is the dominant height ($H_{50} = 26, 24, \dots$) reached by growing stock at the biological age of 50 years.

The site index classes $H_{50} = 12-18$ will mainly serve the classification of *Betula pubescens* stands under practical conditions. The upper classes of the system, $H_{50} = 20-26$, will mainly be site index classes for *Betula pendula* stands.

The mean annual volume increment (MAI) during the rotation, when applying the thinning guides presented in this paper, has been calculated using volume increment (P) function (2) based on 87 pure or slightly mixed birch stands.

The site index curves and yield values calculated for natural birch stands show that the results cannot be used for the classification of plantations of *Betula pendula*.

ODC 541+176.1 *Betula*
ISBN 951-40-0670-4
ISSN 0015-5543

Helsinki 1984. Valtion painatuskeskus

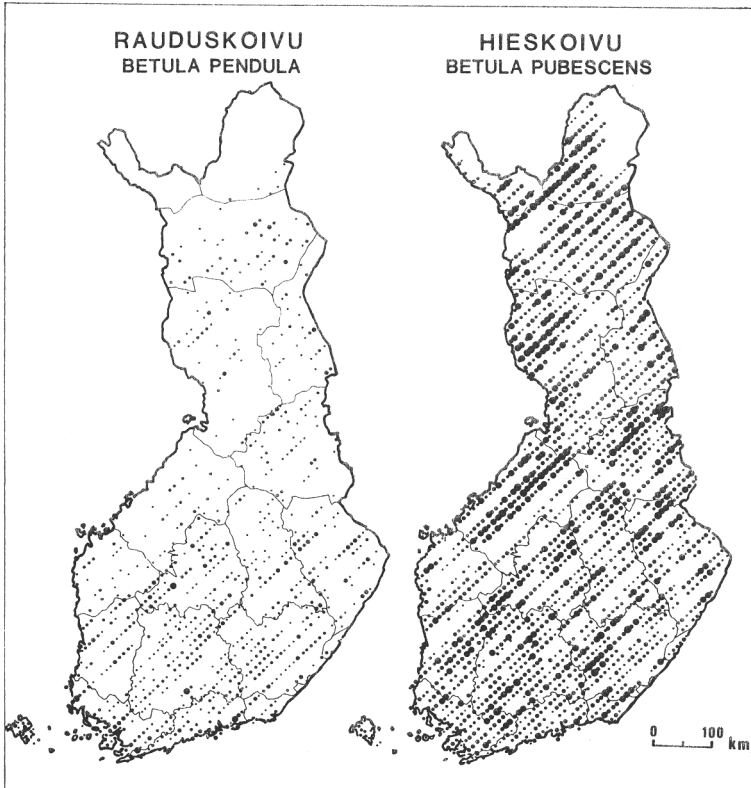
1. JOHDANTO

Valtaosa julkaistuista kasvu- ja tuotostaulukoista perustuu keskimääräistä paremmin hoidetuista metsiköistä mitattuun tietoon. Ne kuvaavat yleensä eräänlaisen tavoitepuuston kehitystä. Maamme metsät ovat kuitenkin näitä "ihannemetsiä" epämääräisemmin hoidettuja. Parhaan yleiskuvan talousmetsistä antavat valtakunnan metsien inventoinnit.

Taloustmetsissä raudus- ja hieskoivikot ovat pääasiassa luontaisesti syntyneitä. Vaikka etenkin hieskoivu on yleinen myös Lapis- sa (ks. kuva 1), noin 70 % koivun koko puu- varastosta keskittyy maan eteläpuoliskoon. Valtakunnan metsien 7. inventoinnin (Kuuse-

la ja Salminen 1980) mukaan koivun osuus on yhdeksän eteläisimmän piirimetsälauta- kunnan (kuva 2) kokonaispuustosta 13%. Vaikka hieskoivun pinta-alaosuus on selvästi suurempi kuin rauduskoivun, on rauduskoivun osuus koivupuuväestöstä lähes puolet monessa eteläisessä piirimetsälautakunnassa (ks. Kohmo 1984).

Puhtaiden koivikoiden määrä on metsäva- raselvitysten mukaan vähenemässä. Osasyynä tähän ovat koivunviljelyssä tapahtuneet epäonnistumiset. Myöskään käsitykset koivun havupuita alhaisemmasta tuotoksesta ja lehtikuitupuun heikko menekki eivät ole



Kuva 1. Raudus- ja hieskoivun yleisyys valtakunnan metsien III linja-arvioinnin mukaan. Erikokoisilla pisteillä (koealamäärä) on kuvattu kunkin lajin esiintyminen (Kujala 1964, s. 19–21).

Figure 1. Occurrence of *Betula pendula* and *Betula pubescens* in Finland according to the 3rd National Forest Inventory (1951–53). The different size of the plots shows how strongly the two species occur (from Kujala 1964).

omiaan rohkaisemaan koivun kasvattajaa.

Tähän mennessä on laadittu pituusboniteettikäyrästä viljellen ja luontaisesti syntyneille havumetsiköille (Vuokila ja Väliaho 1980, Gustavsen 1980), viljelylehtikuusikoille (Vuokila, Gustavsen ja Luoma 1983) ja viljelyrauduskoivikoille (Oikarinen 1983). Oikarisen ohella on koivun pituusbonitointia maasamme käyttänyt Heikkilä (1914), joka muodosti boniteettiluokat keskipituuden avulla Blomqvistin (1872) keräämästä aineistosta maan eteläpuoliskon metsiköille (ks. myös Vuokila 1983a). Lisäksi on Saramäki (1977) käyttänyt pituusboniteetteja Pohjanmaan ja Kainuun turvemilla kasvavien hieskoivikoiden kasvua tutkiessaan.

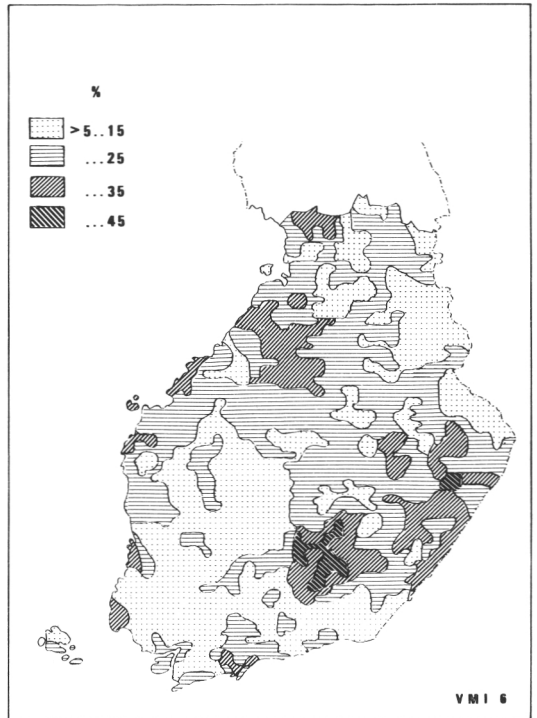
Vuonna 1959 kehitti ruotsalainen Persson koivun pituuskehitysmallin, johon perustuen Fries (1964) sittemmin laati rauduskoivun pituusboniteettikäyrästä. Tveite ja Braastad (1981) julkaisivat Norjassa sekä hies- että rauduskoivikoille tarkoitetut boniteettikäyrät, jotka perustuivat Braastadin (1967) kasvatutkimuksen aineistoon.

Metsätyyppien käyttöä koivikoiden luokittelussa vaikeuttaa se, etteivät tähänastiset koivututkimukset muodosta kokonaisuutta. Koivikoiden valtapituuden iänmukainen kehitys on esitetty vain muutamille metsätyypeille. Ilvessalon tutkimus (1920) koskee luonnonnormaaleja koivikoita, hies- ja rauduskoivu yhdistettyinä. Myöhemmissä, maantieteellisiä osa-alueita koskevassa tutkimuksessa (Y. Ilvessalo ja M. Ilvessalo 1975) raudus- ja hieskoivuvaltaiset metsiköt on kuitenkin erotettu toisistaan.

Koiviston (1957) tutkimus käsitteli toistuvasti harvennettujen koivikoiden kasvua ja tuotosta. Kasvupaikkojen luokittelumielessä pahin puute on vähäinen vaihtelu. Etuna on puolestaan se, että puuston pituuskehitys ja tuotos on esitetty erikseen raudus- ja hieskoivulle. Täydentävää tietoa koivun kasvusta antavat Mielikäisen (1980, 1984) mänty-koivu- ja kuusi-koivusekametsikkötutkimukset.

Raulon (1981) tutkimukset, jotka käsittelevät viljelykoivikon alkukehitystä (30 v) pelloilla ja parhailla metsämailla, antavat vertailukohdan Oikarisen (1983) jo mainitulle, varsinaiselle viljelykoivikoiden tuotostutkimukselle.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on kehittää luontaisesti syntyneille raudus- ja hieskoivikoille kivennäismailla ikään ja valtapituuteen perustuva valtakunnallinen kasvu-



Kuva 2. Lehtipuiden osuus metsämaan puuston tilavuudesta Etelä-Suomen sekä Pohjois-Pohjanmaan ja Kainuun piirimetsälautakunnissa valtakunnan metsien 6. inventoinnin mukaan (Salminen 1981).

Figure 2. Deciduous species proportion of the growing stock on forest land by volume in the Forestry board districts of Southern Finland and of North Ostrobothnia and Kainuu according to the 6th National Forest Inventory (Salminen 1981).

paikkaluokittelu, sekä selvittää kasvupaikkojen puuntuotoskyky.

Pituutta hyväksi käytävässä kasvupaikkaluokittelussa puulajit voidaan yhdistää. Rauduskoivu asettuu valtakunnallisella käyrästäöllä keskimäärin hieskoivun yläpuolelle, samalla metsätyyppillä rauduskoivun valtapituus on yleensä selvästi suurempi kuin samanikäisen hieskoivun (ks. esim. Koivisto 1957 ja Y. ja M. Ilvessalo 1975). Lisäksi kuvan 1 mukaan hieskoivu muodostaa koivupuuston Lapissa, jossa valtapituus on Etelä-Suomen puustoon verrattuna alhaisempi (ks. kuva 6). Näistä syistä alhaisemmat boniteettiluokat valtakunnallisessa käyrästäössä tulevat pääasiassa käytettäväksi hieskoivuvaltaisten ja ylemmät luokat rauduskoivuvaltaisten metsiköiden luokittelussa. Kasvupaikan puuntuotoskykyä kuvaavat keskipasvat edellyttävät käytännön metsätaloudessa yleisesti sovellettavia kiertoaikoja.

Tutkimus on yhteistyö, jossa tekijöiden osuudet ovat seuraavat. Gustavsen on vastannut kasvupaikkaluokiteluun kuuluvista tehtävistä pituusbonitointikäyrästäöineen ja luotettavuustarkasteluineen. Mielikäinen on laatinut tilavuuskasvuyhtälön ja suunnoinut sen perusteella tuotosluvut. Tekijät ovat suunnitelleet yhdessä tutkimuksen ja kirjoittaneet tekstin.

Käsikirjoituksen ovat lukeneet professorit Yrjö Vuokila ja Kullervo Kuusela. Myös MMK Risto Ojansuu on antanut varteenotettavia huomautuksia käsikirjoitusvaiheessa. Tutkimusapulainen Marja-Liisa Herno on huolehtinut käsikirjoituksen puhtaaksikirjoituksesta ja kuvien piirtämisestä. Ph. D. Ashley Selby on tarkistanut tutkimuksen englanninkielisen osan. Kiitämme edellä mainittuja henkilöitä ja kaikkia, jotka ovat myötävaikuttaneet tutkimuksen syntyyn.

2. TUTKIMUSAINEISTO

Tutkimusaineisto koostuu eri tutkimusten py-syvistä ja tilapäisistä kivennäismaille Etelä-Suomeen perustetuista koealoista. Boniteetikäyrä-stön laskennassa on käytetty seuraavia aineistoja (ks. kuva 5):

1. Puuntuotoksen tutkimussuunnan vanhat kestoko-keet
— 19 koealaa, käytettävissä 67 havaintojakson val-
tapituuden kasvutiedot.
2. Sekametsiköiden kasvututkimuksen tilapäiskoealat (Mielikäinen 1980, 1984)
— 6 koealaa mänty-koivuaineistosta, yhteensä 27
10 v:n kasvujaksoa kaadetuista valtapuista.
— 31 koealaa kuusi-koivuaineistosta, yhteensä 247
10 v:n kasvujaksoa kaadetuista valtapuista.

Boniteetikäyrästäön valtakunnallista käyttö-
kelpoisuutta sekä boniteettiluokkien ja metsä-
tyyppien välistä rinnastettavuutta on voitu tar-
kastella testiaineistojen avulla. Testiaineistoina
on käytetty koko maata koskevia valtakunnan
metsien kolmannen inventoinnin (1951—53) 285
kertakoealan mittaustuloksia sekä kahden Rovaniemen mlk:ssa mitatun koealan runkoanalyysi-
puiden mittaustuloksia.

kila ja Kullervo Kuusela. Myös MMK Risto Ojansuu on antanut varteenotettavia huomautuksia käsikirjoitusvaiheessa. Tutkimusapulainen Marja-Liisa Herno on huolehtinut käsikirjoituksen puhtaaksikirjoituksesta ja kuvien piirtämisestä. Ph. D. Ashley Selby on tarkistanut tutkimuksen englanninkielisen osan. Kiitämme edellä mainittuja henkilöitä ja kaikkia, jotka ovat myötävaikuttaneet tutkimuksen syntyyn.

Boniteetikäyrästäön laskenta-aineistossa vuo-
tuinen valtapituuden kasvu vaihtelee välillä
1 — 105 cm, keskiarvon ollessa 27 cm. Pituuskas-
vu on jakson keskiarvo sekä ikä ja valtapituus
jakson keskikohdan arvoja. Kuvasta 5 käyvät il-
mi iän (keskim. T = 41 v) ja valtapituuden (kes-
kim. $H_{dom} = 17,4$ m) vaihteluvälit. Sekametsikkö-
aineistosta ovat mukana vain sellaiset metsiköt,
joissa havupuusto ei ole estänyt koivun valtpi-
tuuden kehitystä. Aineisto koostuu pääasiassa
metsätyypeillä OMT ja MT olevista koealoista.

Boniteettiluokkien tuotoslukuja laskennan
aineistona käytettiin Mielikäisen (1980, 1984) se-
kametsikkötutkimusten yhteydessä mitattuja 87
puhdasta tai lähes puhdasta raudus- ja hieskoiv-
vukoealaa. Mänty-koivusekametsikköaineisto kä-
sittää 60 puhdasta koivukoealaa ja kuusi-koivu-
aineisto 27 koivuvaltaista koealaa. Metsiköistä 66
oli raudus- ja 21 hieskoivikko. Metsiköiden vuo-
tuinen tilavuuskasvuprosentti vaihtelee välillä
1,7 — 17,3 % (keskim. $P_v = 4,4$ %), puuston tila-
vuus välillä 58 — 325 m³/ha (keskim. V = 192
m³/ha), rinnankorkeusikä välillä 12 — 83 v (kes-
kim. $T_{1,3} = 44$ v) ja valtapituus välillä 11,0 — 27,4
m (keskim. $H_{dom} = 22,1$ m).

3. LUONTAISESTI SYNTYNEIDEN KOIVIKOIDEN VALTAPITUUSBONITEETIT

31. Valtapituuden kehitysyhtälö ja sen luotettavuus

Valtapituuden kehitysyhtälö on muotoa

$$I_{H_{dom}} = a \cdot T^b \cdot H_{dom}^c \cdot e^{(d \cdot H_{dom})},$$

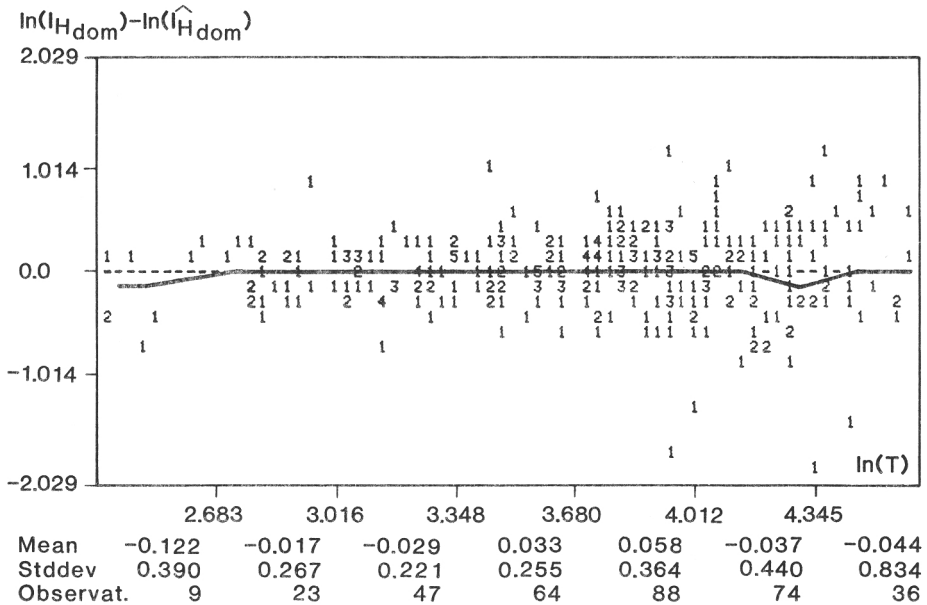
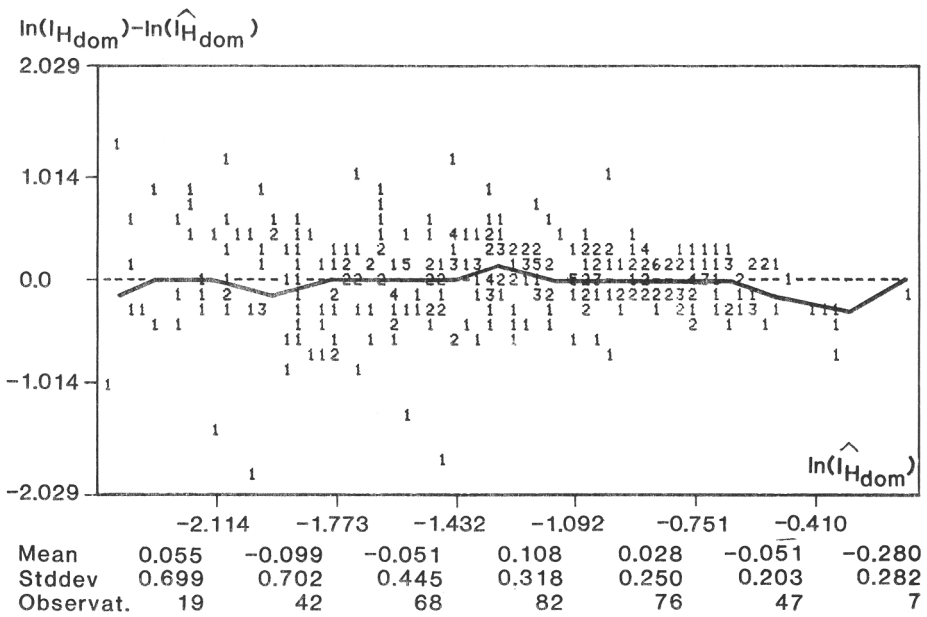
missä a, b, c ja d ovat estimoitavia paramet-
reja (Hradetzky 1972, Gustavsen 1980, s. 12).
Linearisessa muodossa se voidaan ratkaista
normaalilla regressioanalyysillä

$$\ln(I_{H_{dom}}) = \ln(a) + b \cdot \ln(T) + c \cdot \ln(H_{dom}) + d \cdot H_{dom}$$

Selitys $I_{H_{dom}}$ = tulevan vuoden valtapituuden kas-
vu, m
Explanation *dominant height increment during
the following year, m*

T = puuston ikä, v
stand age, years

H_{dom} = puuston valtapituus (100 paksuim-
man puun aritmeettinen keskipi-
tuus), m
*dominant height of the stand (mean
height of the 100 largest in dbh.
trees per ha), m*



Kuva 3. Mitattujen ($\ln(I_{H_{dom}})$) ja kasvuyhtälöllä laskettujen ($\ln(\hat{I}_{H_{dom}})$) valtapituuskasvujen erot lasketun kasvun ja mitatun iän mukaan.

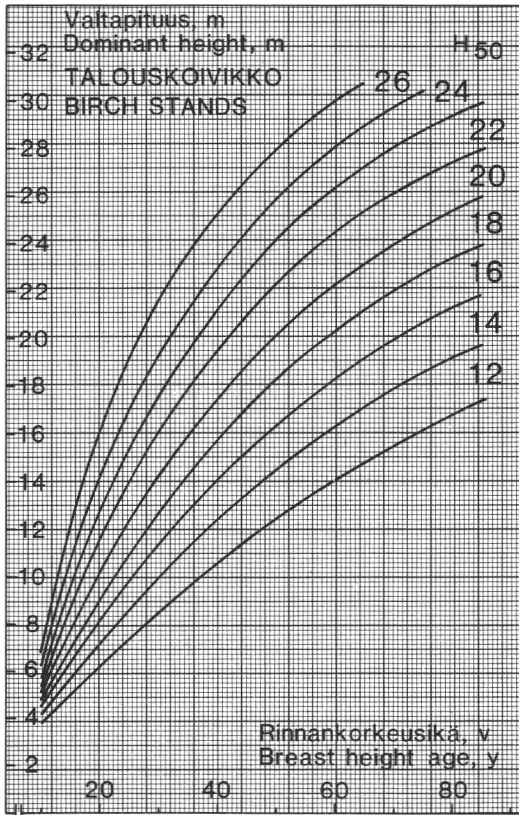
Figure 3. Residuals from dominant height increment function plotted against calculated annual dominant height increment ($\ln(\hat{I}_{H_{dom}})$) and measured age ($\ln(T)$).

Kasvuyhtälön kertoimet ja muuttujien merkittävyys on esitetty seuraavassa asetelmassa. Yhtälön vakioon on lisätty logaritmi-muunnoksen edellyttämä korjaustekijä $s_f^2/2$, missä s_f on yhtälön jäännöshajonta. Yhtälölä lasketut kasvut on taulukoitu liitteessä 3.

Selitettävä muuttuja $\ln(I_{H_{dom}})$
Dependent variable

Muuttuja Variable	Kerroin Coefficient	Keskivirhe Mean error	t-arvo t-value
Vakio-Constant	+0,50766	—	—
$\ln(T)$	-1,34612	0,12214	-11,0
$\ln(H_{dom})$	+1,61986	0,25400	+6,4
H_{dom}	-0,07157	0,01939	-3,7

$N = 341, R^2 = 0,578, s_m = 0,647, s_f = 0,422$



H ₅₀	26	24	22	20	18	16	14	12
t (1,3m)	4	4	5	5	6	6	7	8

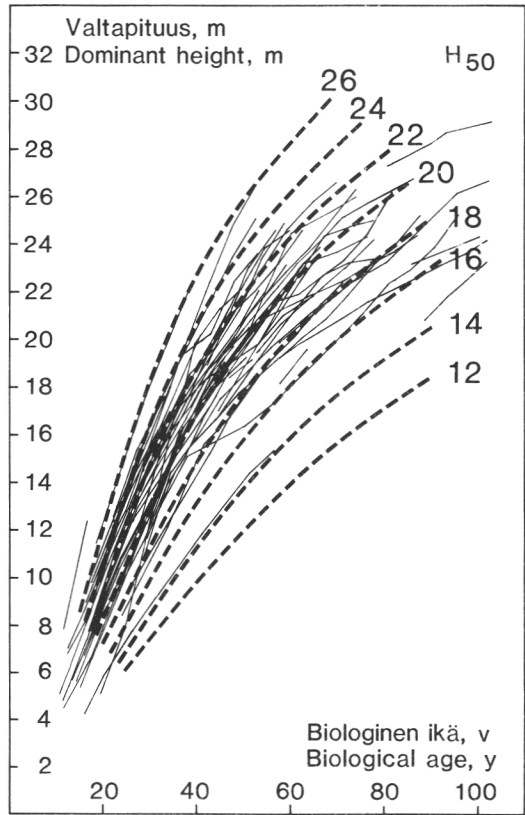
t (1,3 m) rinnankorkeuden saavuttamiseen kulunut aika, v – time required to reach the breast height, years

Kuva 4. Luontaisesti syntyneiden talouskoivikoiden pituusboniteettiluokat.

Figure 4. Site index classes for natural birch stands based on dominant height over breast-height age.

Yhtälö tasoittaa mitatut pituuskasvut hyvin sekä lasketun kasvun että tärkeimmän muuttujan, iän suhteen (kuva 3). Yhtälöön perustuvat boniteettikäyrät noudattavat varsin hyvin aineiston valtapituuden pitkän ajan kehitystä (kuva 5). Kuitenkaan tämä ei takaa sitä, että yhtälö ja esitetyt boniteettikäyrät yleisesti käytettyinä olisivat systemaattisesti virheettömiä.

Verrattaessa saatuja tuloksia aiemmin kehitettyihin boniteettikäyrästäihin ja valtapituuskäyriin, saadaan kuitenkin jonkin verran käsitystä niiden yleispätevyydestä (ks. kappale 33).



Kuva 5. Laskenta-aineiston valtapuiden pituuskehitys verrattuna pituusboniteettiluokkien keskiarvokäyriin.

Figure 5. The development of dominant height in the basic material as compared with the mean values of the site classes.

32. Luontaisesti syntyneiden koivikoiden pituusboniteettiluokat

Tässä tutkimuksessa laadittu pituusboniteettikäyrästä on esitetty kuvassa 4. Pituusboniteetti ilmaistaan kuten viljelykoivikoillekin (ks. Oikarinen 1983) 50 vuoden biologisella iällä saavutettavana valtapituutena. Tällä iällä luokkien laajuus on 2 m.

Käytännön luokittelussa käytetään rinnankorkeusikää ja valtapituutta, koska iän määrittäminen rinnankorkeudelta on helpompaa kuin aivan puun tyveltä. Talouskoivikoiden boniteettikäyrästä on myös yhdenmukainen Gustavsenin (1980) luontaisesti syntyneille havumetsiköille esittämien käyrästäjen kanssa.

Kuvan 4 käyrät on laskettu edellä esitetyllä valtapituuden kasvuyhtälöllä. Ne on saatu aikaan iteroimalla (kokeilemalla) valtapituu-

den kehitystä eri alkuarvoilla kunnes käyrät ovat saavuttaneet 50 v:n iällä tavoitellut valtapituusarvot.

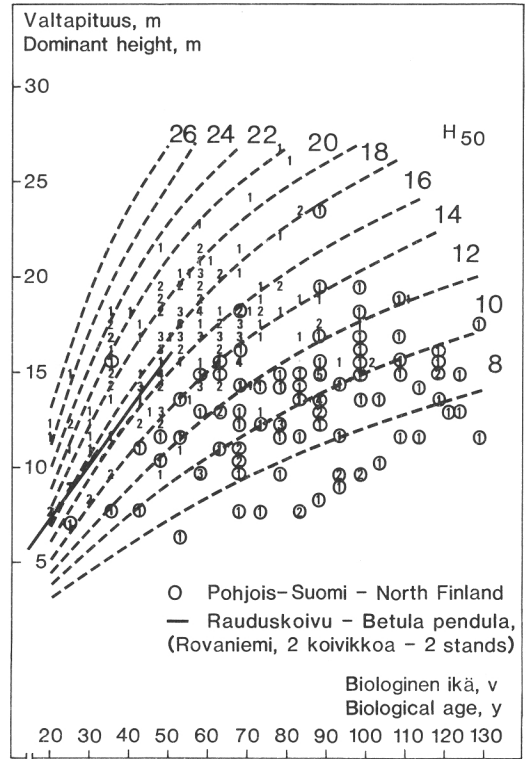
Käyrät ovat eri boniteettiluokkien rajoja ($H_{50} = 27, 25, 23 \text{ m} \dots$). Esim. $H_{50} = 26$ on siis käyrien 25 ja 27 rajoittama alue. Käytännön luokittelussa tietyn metsikön boniteetti-indeksi (H_{50}) saadaan siltä kaistalta, jonne valtapituus tietyllä rinnankorkeusikäällä sijoittuu. Rajatapausten tarkistamiseen voidaan käyttää liitteessä 1 olevaa taulukkoa.

Jokaisen pituusboniteettiluokan osalta on esitetty aika (t (1,3 m)), jonka valtapuut eri kasvupaikoilla tarvitsevat rinnankorkeuden saavuttamiseen. Tämä on ollut tarpeen, kun rinnankorkeusikään perustuva käyrästä on laadittu biologiseen ikään perustuvalla yhtälöllä. Näitä vuosimääriä käyttäen voidaan päästä myös rinnankorkeusiästä biologiseen ikään ja laskea kasvuyhtälöllä valtapituuden vuotuinen kasvu (ks. liite 3).

Kuvan 4 käyrät eivät sovellu suoraan bonitointiin biologisen iän perusteella, koska boniteetista itsestään riippuvaa pituuden alkukehitystä rinnankorkeudelle (t (1,3 m)) ei tunneta. Tällöin voidaan käyttää liitteessä 2 esitettyjä valtapituusluokkien keskiarvoja.

Käyrästä on avulla voidaan luokitella mikä tahansa luontaisesti syntynyt raudus- tai hieskoivikko, jos sen rinnankorkeusikä ja valtapituus tunnetaan. Käytännössä luokat $H_{50} = 12-18$ tulevat käytettäviksi hieskoivikoiden ja luokat 20-26 lähinnä rauduskoivuvaltaisten metsiköiden luokituksessa. Sama pituusboniteetti merkitsee hieskoivulla selvästi viljavampaa kasvupaikkaa (parempi metsätyyppi) kuin rauduskoivulla. Samalla metsätyyppillä kasvavista metsiköistä hieskoivikko kuuluu siis alempaan pituusboniteettiluokkaan kuin rauduskoivikko. Tämän vahvistavat sekä varhempien koivututkimusten tulokset että valtakunnan metsien kolmannen inventoinnin koko maan kattava aineisto.

Kuvaan 6 on piirretty kolmannen inventoinnin koko maan koivikkokoealojen valtapituudet, jossa Pohjois-Suomen hieskoivuvaltaiset metsiköt kuuluvat muuta Suomea alempiin boniteettiluokkiin (ks. kuva 1). On lisäksi syytä mainita, että inventoinnissa lehtipuista, joilla ei ollut selvää latvan huippua, mitattiin pituus 1 cm:n paksuuteen saakka. Tästä syystä inventointiaineisto antaa hieman liian heikon kuvan koivumetsien pituusboniteeteista.



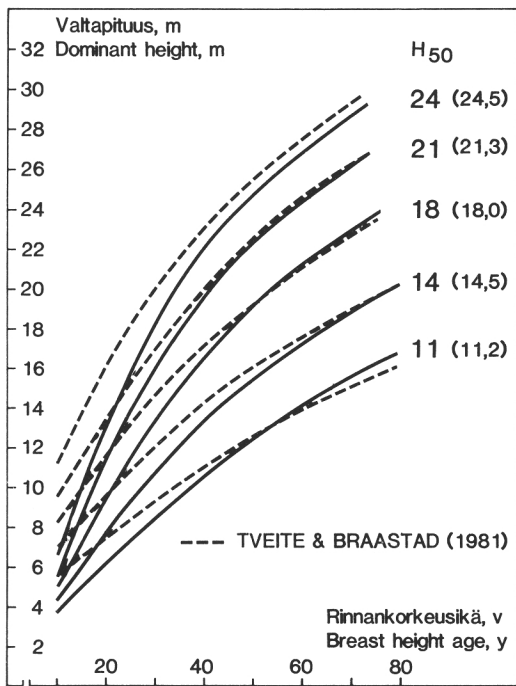
Kuva 6. Valtakunnan metsien 3. inventoinnin koivikoiden boniteettiluokat sekä kahden pohjoissuomalaisen rauduskoivikon valtapituuden kehitys luontaisesti syntyneiden koivikoiden käyrästä.

Figure 6. Site indices for birch stands according to the 3rd National Forest Inventory and for two northern *Betula pendula* stands.

33. Vertailu aiempiin tutkimuksiin

Verrattaessa eri boniteetikäyriä tai valtapituuden kehityskäyriä toisiinsa voidaan tarkastella joko luokkarajoja tai luokkakeskisarvoja. Ensisijaisena tarkoituksena on tarkastella käyrien yleistä muotoa. Vertailun täytyy luonnollisesti perustua samalla tavoin määritettyyn ikään. Joskus vertailua vaikeuttavat erot boniteettiluokkien määrittelyssä, kuten erilainen luokkaväli ja iänkohta, johon käyrästä on sidottu.

Kuvassa 7 on nyt laadittuja käyriä verrattuna norjalaisten Teiten ja Braastadin (1981) tuloksiin. Norjalaisten käyrien luokkaväli on 3 m ja ne on sidottu 40 vuoden rinnankorkeusikään. Tulosten vastaavuus on heikko alle 40-vuotiaissa metsiköissä. Syynä eroihin on todennäköisesti erilainen aineistopohja.



Kuva 7. Luontaisesti syntyneen koivikon pituusboniteettiluokkien keskiarvokäyrät verrattuna vastaaviin norjalaisiin käyriin (Tveite ja Braastad 1981).

() = norjalainen 40 v rinnankorkeusiän mukainen boniteetti-arvo muutettu vastaamaan tämän tutkimuksen luokitusta.

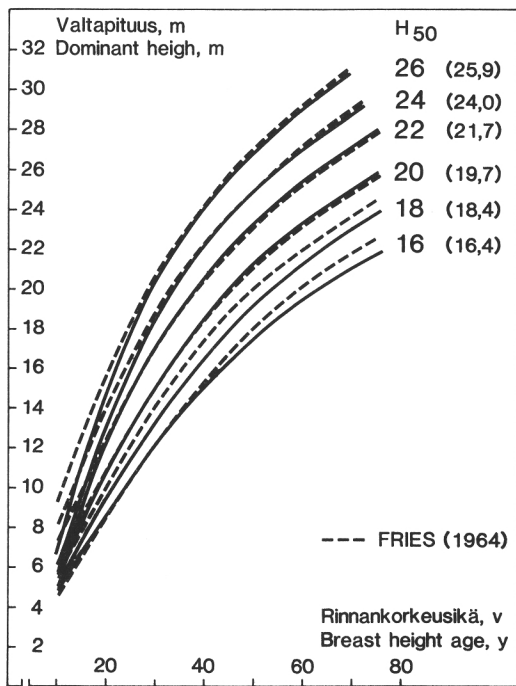
Figure 7. The site index curves compared with Norwegian curves (Tveite and Braastad 1981).

() = the Norwegian H_{40} site indices (breast height age) transformed into H_{50} -values (biological age).

Norjalaiset käyrät perustuvat hyvin hoidettuihin tasaikäisiin metsiköihin.

Kuvassa 8 esitettävien käyrästöjen yhtäpitävyys on selvästi edellistä parempi. Luontaisesti syntyneiden koivikoiden ja ruotsalaisten rauduskoivikoiden käyrästöt ovat hyvin samanlaiset boniteettien ja iän koko vaihteluvälillä. Jonkin verran eroa on alle 20-vuotiaissa metsiköissä. Näin nuorissa metsiköissä pituusbonitointi on yleensäkin epävarmaa. Tässäkin tapauksessa vertailua häiritsee boniteettiluokkien erilainen määrittely. Friesin (1964) boniteettikäyrät on sidottu 50 vuoden rinnankorkeusikään.

Vertailu kotimaisen viljelyrauduskoivikoiden käyrästöön (Oikarinen 1983, kuva 9) osoittaa selvästi, että luontaisesti ja viljellen syntyneille koivikoille on välttämätöntä kehittää omat boniteettikäyrästönsä. Nuoren viljelykoivikon nopea pituuskehitys saa aikaan vähintään yhden boniteettiluokan



Kuva 8. Luontaisesti syntyneen koivikon pituusboniteettiluokkien keskiarvokäyrät verrattuna vastaaviin ruotsalaisiin rauduskoivikon käyriin (Fries 1964).

() = ruotsalainen 50 v rinnankorkeusiän mukainen boniteetti-arvo muutettu vastaamaan tämän tutkimuksen luokitusta.

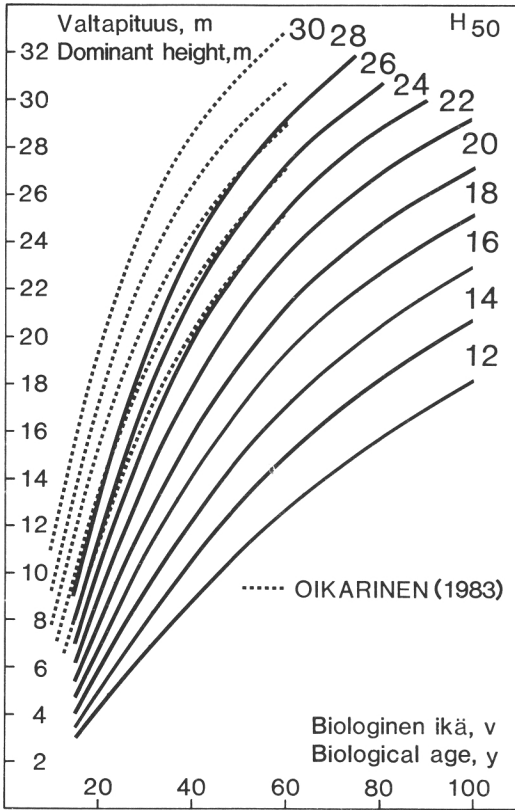
Figure 8. The site index curves compared with Swedish curves for *Betula pendula* stands (Fries 1964).

() = the Swedish H_{50} site indices (breast height age) transformed into H_{50} -values (biological age).

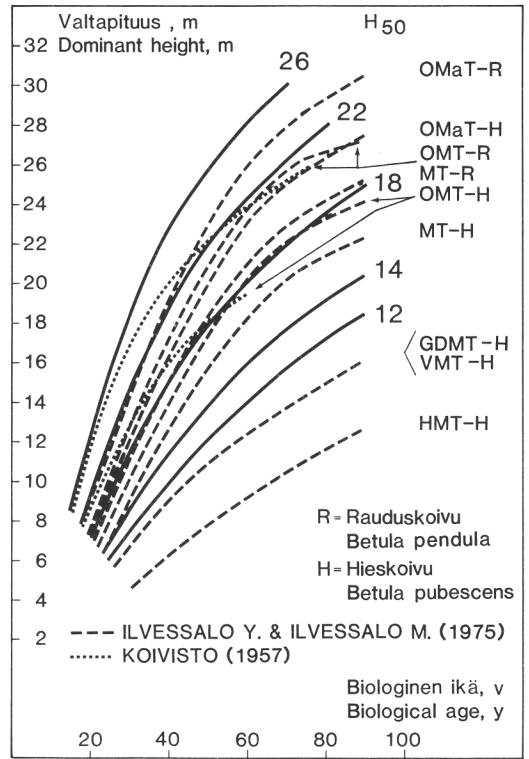
virheen käytettäessä yhteisiä käyrästöjä alle 40-vuotiaissa metsiköissä.

Kuvaan 10 on piirretty raudus- ja hieskoivun valtapituuden kehitys eri metsätyypeillä Koiviston (1957) ja Ilvessalon (1975) mukaan. Kuvasta on nähtävissä sama piirre kuin Gustavsenin (1980) luontaisesti syntyneiden havumetsiköiden kasvupaikkaluokitusta käsittelevässä tutkimuksessa. Metsätyypittaiset vertailukäyrät eivät näet kuvan 10 mukaan nouse varttuneella iällä yhtä jyrkästi kuin tämän tutkimuksen boniteettikäyrät. On muistettava, että metsätyypittaiset käyrät ovat erilaisten tasoitusmenetelmien tulosta, eikä niitä ole tarkoitettukaan boniteettiluokitteluun.

Metsätyypittaiset valtapituudet ovat joka tapauksessa tarpeen tutkittaessa pituusboniteettien ja metsätyyppien välistä rinnastettavuutta. Laskelmissa käytettiin hyväksi myös valtakunnan metsien kolmannen inventoin-



Kuva 9. Luontaisesti syntyneiden koivikoiden pituusboniteetit verrattuna viljelykoivikoiden boniteetikäyrästöön (Oikarinen 1983).
 Figure 9. The site index curves compared with Finnish curves for *Betula pendula* plantations (Oikarinen 1983).



Kuva 10. Luonnonkoivikoiden (Y. ja M. Ilvessalo 1957) ja toistuvien harvennuksin käsiteltyjen koivikoiden (Koivisto 1957) metsätyyppitöiset valtapituuskäyrät verrattuna luontaisesti syntyneiden koivikoiden boniteetikäyriin.
 Figure 10. The site index curves compared with average development of the dominant height of natural normal birch stands (Y. and M. Ilvessalo 1957) and of managed stands according to Koivisto (1957).

nin (1951—53) metsikkötuloksia. Laskelmien perusteella esitettävät vastaavuudet luontaisesti syntyneissä koivikoissa ovat seuraavat:

Rauduskoivu — <i>Betula pendula</i>						
H ₅₀	26—24	22	20	18—16		
Metsätyyppi	OMaT	OMT	MT	MT-		
Forest type	OMT+	MT+		VT		
Hieskoivu — <i>Betula pubescens</i>						
H ₅₀	22—20	19	18	16—14	12—11	10—8
Metsätyyppi	OMaT	OMT	MT	MT-	GDMT	HMT
Forest type	OMT+	MT+		VT	VMT	EMT
						EVT

Edellä esitetyt pituusboniteetin ja metsätyyppin vastaavuudet ovat suuntaa antavia. Metsätyyppitöinen hajonta on suuri (2—3 m). Suuren vaihtelun syynä ovat metsätyyppi- luokittelun subjektiivisuus sekä erot puuston rodullisessa alkuperässä ja metsien käsittelyssä, luonnontuhot, kivisyys, soistuneisuus jne. Tulosten soveltaminen käytännön yksittäistapauksissa saattaa olla tästä syystä joskus vaikeaa.

4. LUONTAISESTI SYNTYNEIDEN KOIVIKOIDEN PUUNTUOTOSKYKY

41. Kasvuyhtälöt ja harvennusmallit

Laaditut tilavuuskasvun ennusteyhtälöt ovat seuraavat:

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

Muuttuja Variable	Kerroin Coefficient	Keskivirhe Mean error	t-arvo t-value
Yhtälö 1 — <i>Function 1</i>			
Vakio — <i>Constant</i>	+4,39827	—	—
$(\ln(T_{1,3}))^2$	-0,13530	0,00799	-16,9
$\ln(V)$	-0,18409	0,06067	-3,0
N = 87, R ² = 0,862, s _m = 0,408, s _f = 0,151			
Yhtälö 2 — <i>Function 2</i>			
Vakio — <i>Constant</i>	+10,53810	—	—
$(\ln(H_{\text{dom}}/T_{1,3}^2))$	+0,55972	0,03814	+14,7
$\ln(V)$	-2,28783	0,98452	-2,3
$(\ln(V))^2$	+0,19730	0,09670	+2,0
N = 87, R ² = 0,835, s _m = 0,408, s _f = 0,166			

Selitys <i>Explanation</i>	P_v	= tulevan 5-vuotiskauden keskimääräinen vuotuinen tilavuuskasvu — % verrattuna puuston alkutilavuuteen <i>mean annual volume increment percentage during the future 5-year period</i>
	$T_{1,3}$	= puuston rinnankorkeusikä ennustejakson alussa, v <i>breast height age, years</i>
	V	= puuston runkotilavuus, m ³ /ha kuorineen jakson alussa <i>volume, m³/ha incl. bark</i>
	H_{dom}	= puuston valtipituus jakson alussa, m <i>dominant height, m</i>

Yhtälöiden vakioon on tehty logaritmi-muunnosten vaatima korjaus. Jännösvaihteluiden kuvat (kuva 11) osoittavat yhtälöiden toimivan melko hyvin omassa laskenta-aineistossaan. Mallien parametrien harjaestimointi, jossa selittävien muuttujien välistä korrelaatiota (multikollineaarisuutta) pyritään keino-tekoisesti pienentämään, ei johtanut tässä aineistossa suuriin muutoksiin yhtälöiden kertoimissa, muuttujien merkityksyydessä eikä pitkän ajan kasvuennusteiden laskennassa.

Kumpaakin yhtälöä (1 ja 2) voidaan käyttää luontaisesti syntyneiden koivikoiden tulevan 5-vuotiskauden keskimääräisen vuotuisen tilavuuskasvuprosentin arvioinnissa. Ne antavat likimain samat kasvuprosentit puustotunnusten (muuttujien) ollessa lähellä tämän aineiston keskiarvoja. Yhtälö 2 on kui-

tenkin paras vaihtoehto koko kiertoajan kasvuennusteiden laskennassa loogisemman muuttujarakenteensa takia.

Kasvulaskelmissa käytettyjen harvennusohjelmien perustana on Kml. Tapion (1981) Etelä-Suomen OMT- ja MT-rauduskoivikoille esittämä harvennusmalli. Koska kasvuyhtälö antaa tulokseksi puuston tulevan tilavuuskasvun, on myös harvennusmallit muunnettu perustamaan puuston tilavuuteen.

Harvennusmallien periaatteena on se, että viljavyillä kasvupaikoilla kasvatettava puustopääoma on korkeampi ja hakkuut suhteellisesti voimakkaampia kuin heikoimmilla metsätyypeillä. Mallien laadinnassa apuna on käytetty myös Koiviston (1957), Friesin (1964) ja Braastadin (1967) harvennusohjelmia.

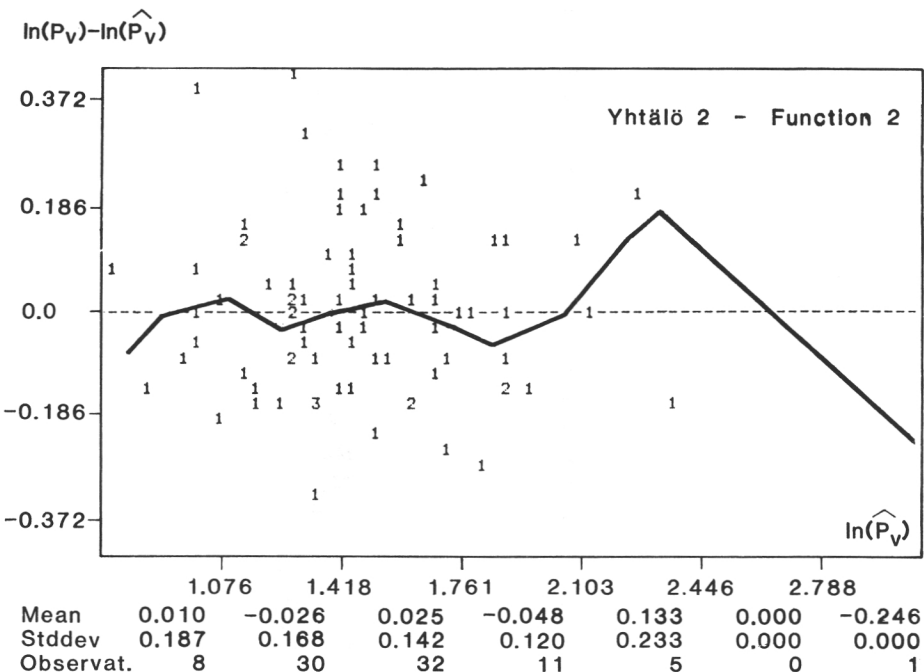
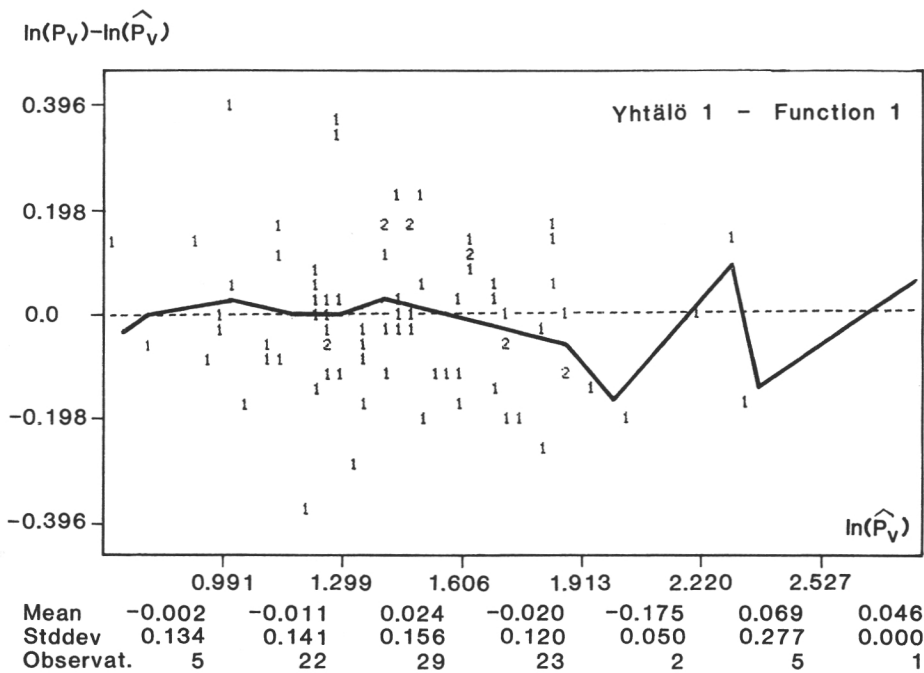
Kuvassa 12 on esitetty käytetyt harvennusmallit (ks. myös Vuokila 1983 b, s. 7—8 ja Vuokila, Gustavsen ja Luoma 1983, s. 7—10). Katkoviivalla merkitty leimausraja osoittaa harvennuksen ajankohdan. Puuston määrän saavutettua leimausrajan metsikkö harvennetaan.

Pituusboniteettiluokassa 24—22 (OMT, MT+) käytettiin Tapion harvennusmallia sellaisenaan. Tätä paremmilla kasvupaikoilla leimausraja on noin 8 % ylempänä ja kasvupaikkaluokassa 20—18 (MT, MT-) 8 % alempana. Boniteettiluokissa 16—14 harvennuksen ryhdyttiin noin 14 % alemmalla tasolla kuin OMT:illä. Pituusboniteetin ja metsätyypin rinnastus tarkoittaa yllä rauduskoivikoita.

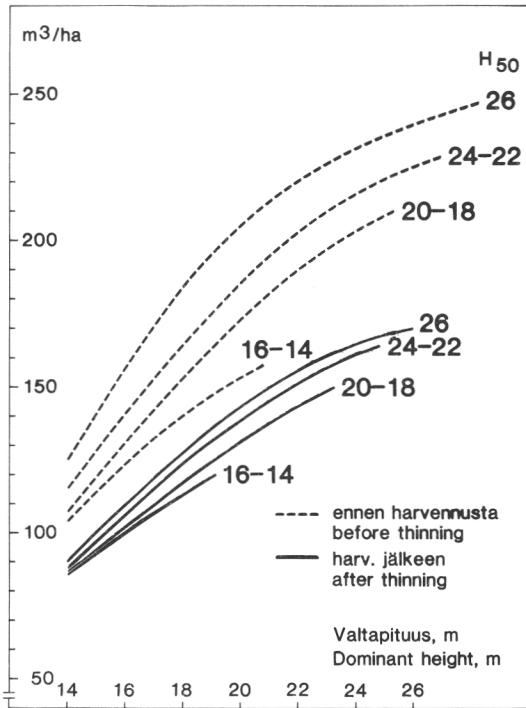
Kuvassa yhtenäisellä viivalla piirretyt käyrät kuvaavat puustoa harvennuksen jälkeen. Harvennusvoimakkuus vaihtelee eri kasvupaikoilla välillä 20 % ($H_{50} = 16—14$) — 30 % ($H_{50} = 26+$) puuston tilavuudesta.

42. Boniteettiluokkien puuntuotoskyky

Puuston kasvuyhtälöä (2) ja esitettyjä harvennusmalleja käyttäen tehtiin metsikön koko kiertoajan mittaisia laskelmia. Laskelmissa sovelletut maksimikasvua vastaavat kierto-



Kuva 11. Mitattujen ($\ln(P_V)$) ja kasvuyhtälöillä (1 ja 2) lasketujen ($\ln(\hat{P}_V)$) tilavuuskasvuprosenttien erot lasketun kasvun mukaan.
 Figure 11. Residuals from the volume increment percentage functions (1 and 2) plotted against calculated volume increment percentage ($\ln(\hat{P}_V)$).



Kuva 12. Puuston tilavuuteen perustuvat luontaisesti syntyneiden koivikoiden harvennusmallit.
Figure 12. Thinning models based on the cubic volume of the growing stock for natural birch stands.

ajat vaihtelivat parhaiden metsätyyppien 50 v:sta karuimpien kasvupaikkojen 85 v:een.

Harvennusmallien noudattaminen merkitsi metsikön elinaikana 3—4 harvennushakkuuta. Ensiharvennus tapahtui keskimäärin 10—12 m:n valtapituusvaiheessa, jolloin harvennuksen jälkeinen runkoluku Tapion ohjeen mukaan oli noin 1000 kpl/ha.

Kiertoajan keskikasvut ($m^3/ha/v$ kuorineen) tasoitettiin pituusboniteetin funktiona kehitetyllä yhtälöllä:

$$I_v = 0,2238 + 0,01225 \cdot H_{50}^2$$

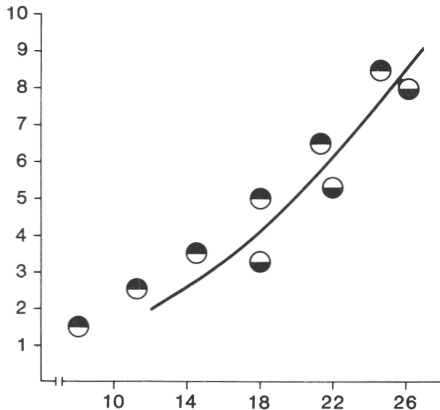
Eri kasvupaikkaluokkien keskikasvut ja vastaavat kiertoajat on esitetty oheisessa asematelmassa ja kuvassa 13.

	Pituusboniteetti H_{50} — Site index							
	26	24	22	20	18	16	14	12
Keskikasvu $m^3/ha/v$ k:neen	8,5	7,3	6,2	5,1	4,2	3,4	2,6	2,0
Mean annual increment								
Kiertoaika, v	50	65	65	75	75	85	85	85
Rotation time								

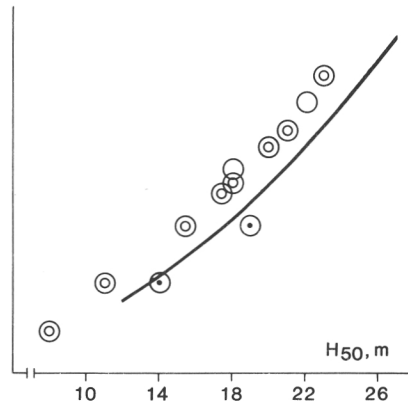
Kuvaan 13 on vertailuarvoiksi piirretty norjalaisten ja ruotsalaisten koivututkimusten sekä myös Y. ja M. Ilvessalon (1975), Koiviston (1957) ja Heikkilän (1914) tulok-

$m^3/ha/v$ kuorineen
 $m^3/ha/year$ incl. bark

TALOUSKOIVIKKO - BIRCH STANDS



- Rauduskoivikko - *Betula pendula* (FRIES 1964)
- Raudus- + hieskoivikko - *Betula pendula* + *Betula pubescens* (TVEITE & BRAASTAD 1981)



- Luonnonnormaali koivikko - Natural birch stands (M. ja Y. ILVESSALO 1975)
- Toistuvasti harvennettu - Thinned stands (KOIVISTO 1957)
- HEIKKILÄ (1914)

Kuva 13. Luontaisesti syntyneen talouskoivikon puuntuotoskyky valtapituusboniteetin (H_{50}) funktiona verrattuna muiden pohjoismaisten koivututkimusten tuloksiin.

Figure 13. Mean annual volume increment during the rotation when applying the thinning guides in Figure 12 compared with the results of other northern birch investigations.

set. Vertailu tukevat erityisesti kasvukäyrän muodon osalta nyt esitettäviä tuloksia. Norjalaiset (Tveite ja Braastad 1981) ja suomalaiset (Koivisto 1957) toistuvasti harvennetut koivikot kasvavat hieman tämän tutkimuksen koivikoita paremmin. Myös Ilvessalon luonnonnormaalit koivikot ovat tuottaneet hieman enemmän. Friesin (1964) ja Heikkilän (1914) kasvuluvut ovat hieman nyt esitettyjen lukujen alapuolella.

Tässä yhteydessä on syytä mainita vielä erikseen Heikkilän tutkimus. Hän käsitteli Blomqvistin (1872) mittaaman kasvuaineiston uudelleen ja esitteli samalla puuston ikään ja keskipituuteen perustuvan bonitointimenetelmän. Heikkilän pituusboniteetikäy-

rästöt osoittavat hyvää yhdenmukaisuutta nyt esitettävien ja myös havupuiden pituusboniteetikäyrästäjien kanssa. Myös kasvuluvut vastaavat tämän tutkimuksen tuloksia, kun otetaan huomioon, että Heikkilän luvut kuvaavat puuston elossa säilyvää osaa.

Vertailu Oikarisen (1983) viljelyrauduskoivikoiden kasvulukuihin osoittaa selvästi, että luontaisesti syntyneille ja viljelykoivikoille on ehdottomasti käytettävä omia boniteetikäyriään. Muussa tapauksessa tuloksena on kasvun huomattava yli- tai aliarvio. Viljely- ja luonnonmetsien vertailun tulee perustua metsätyyppeihin, mikäli ne pystytään luotettavasti määrittämään.

5. SOVELTAMINEN KÄYTÄNNÖSSÄ

Tässä tutkimuksessa laaditut pituusboniteetikäyrät on tarkoitettu sekä luontaisesti syntyneen hieksen että rauduksen muodostamien talouskoivikoiden luokitteluun kiivenmäisillä puuston valtapituuden ja rinnankorkeusiän avulla. Käyrät ovat käyttökelpoisia koko maassa.

Esim. koivikko, jonka valtapituus on 23 m ja rinnankorkeusikä 60 vuotta, kuuluu valtapituusboniteetiluoikkaan $H_{50} = 20$ m. Luokat $H_{50} = 12-18$ tulevat käytännön luokittelussa käytettäviksi yleensä vain hieskoivuvaltaisissa ja luokat 20—26 pääasiassa rauduskoivuvaltaisissa metsiköissä.

Käyrät osoittavat valtapituuden kehityksen rinnankorkeusiän mukaan. Ne on kuitenkin laadittu biologiseen ikään eli kokonaisikään perustuvalla yhtälöllä (ks. kappale 31). Jokainen on sidottu tiettyyn valtapituuteen 50 vuoden biologisella iällä. Nämä arvot ovat indeksejä (H_{50}), jotka ilmaisevat valtapituusboniteetin 2 m:n laajuisia luokkia käyttäen.

Käyrästä yhteydessä on myös mainittu vuosimäärä ($t(1,3 m)$), jonka valtapuut tarvitsevat saavuttaakseen eri boniteetiluoikissa rinnankorkeuden. Valtapituudella (H_{dom}) tarkoitetaan metsikön 100 paksuimman puun aritmeettista keskipituutta hehtaaria kohden. Rinnankorkeusikä ($T_{1,3}$) on näiden puiden aritmeettinen keski-ikä.

Käyrät ilmaisevat eri boniteetiluoikien raja-arvoja ($H_{50} = 27, 25, 23$ m, ...). Esim. $H_{50} = 24$ m edustaa siis boniteettia käyrien 25 ja 23 välistä aluetta. Haluttaessa varmistaa rajatapaukset on syytä käyttää liitteessä 1 olevaa taulukkoa, joka ilmaisee boniteettien tarkat raja-arvot rinnankorkeusiän funktiona.

Valtapituuden kasvuyhtälö ei sellaisenaan sovellu bonitointiin. Kuvan 4 käyrät eivät mahdollista metsikön bonitointia suoraan biologista ikää käyttäen, koska etukäteen ei tiedetä boniteetiluoikkaa, eikä näin ollen myöskään rinnankorkeuden saavuttamiseen kuluva aikaa ($t(1,3 m)$). Tässä tapauksessa voidaan käyttää liitteessä 2 annettuja keskiarvoja biologisen iän funktiona. Liitteestä 3 saadaan vastaavat kasvuarvot myös biologisen iän mukaan.

Käytännössä on kuitenkin helpompaa määrittää valtapuiden rinnankorkeusikä kuin biologinen ikä. Metsikön rinnankorkeusiän ja valtapituuden määrittämiseen liittyviä virheitä voidaan käytännössä välttää aiemmin annettujen ohjeiden avulla (ks. Gustavsen 1980, s. 25 ja 1983, s. 77—82). Mainittakoon kuitenkin, että bonitointi tulee sitoa koealoihin, jotka on sijoitettu objektiivisesti metsiköihin. Valtapituutena suositellaan käytettäväksi 10 paksuimman puun aritmeettista keskipituutta 10 aarin koealalla. Käy-

tännössä voidaan mitata myös useita pienempiä koealoja ja mitata esim. 1 puu/100 m². Valtapuut valitaan metsikön pääpuulajista, eivätkä ne saa olla muusta puustosta poikkeavia.

Puuston mittaustunnuksiin perustuva kvantitatiivinen luokittelu soveltuu käytettäväksi kvalitatiivisen metsätyypiluokittelun rinnalla tai sen alaluokituksena. Tästä syystä talouskoivikoille on esitetty sivulla 10 pituusboniteetin ja metsätyypin suuntaa antavat vastaavuudet. Vaihtelu on suuri, mistä syystä tulosten soveltaminen käytännössä voi olla joskus ongelmallista.

Boniteettiluokkia vastaava puuston kasvukyky (keskikasvu) kuuluu osana valtapituuteen ja rinnankorkeusikään perustuvan talouskoivikoiden kasvupaikkaluokittelun systeemiin. Kasvuluvut on saatu tilavuuskasvuyhtälön (2) ja esitettyjen harvennussmallien avulla. Harvennussmallit merkitsevät kiertoajan kuluessa 3—4 harvennushakkuuta ensiharvennuksen tapahtuessa keskimäärin 10—12 m:n valtapituusvaiheessa.

Viljavilla kasvupaikoilla kasvatettava puustopääoma on korkeampi ja hakkuut suhteellisesti voimakkaampia (30 %) kuin heikommilla metsätyypeillä (20 %). Esitetyt kasvuluvut ovat hoidettujen luonnonkoivi-

koiden keksimääräisiä arvoja. Tätä tukee vertailu muiden pohjoismaisten koivututkimusten tuloksiin. Myös vastaavat kiertoajat 50 v:sta 85 v:een ovat käytännön ohjeiden mukaisia.

Talouskoivikon tulevan 5-vuotiskauden keskimääräinen vuotuinen tilavuuskasvuprosentti saadaan yhtälöistä 1 ja 2 sivulla 11 (kappale 41). Mikä tahansa H_{50} -luokkaa vastaava kiertoajan keskikasvu voidaan laskea yhtälöllä sivulla 13 (kappale 42). Korostettakoon kuitenkin, että keskikasvun laskeut arvon ovat paljolti riippuvaisia käytetyistä harvennussmallista. Koko kiertoajan kasvuennusteiden laskennassa on parasta käyttää yhtälöä 2. Yhtälö 1 sopii lyhyen jakson kasvuennusteisiin, kun puuston valtapituutta ei ole määritetty. Täydentävää tietoa luontaisesti syntyneiden koivikoiden kasvusta antavat Mielikäisen (1980, 1984) ja Gustavsenin (1977) kehittämät kasvuyhtälöt.

Boniteetikäyrästä ja siihen liittyvät kasvuluvut poikkeavat selvästi Oikarisen (1983) viljelykoivikoille esittämistä tuloksista. Tämä viittaa siihen, että on ehdottomasti käytettävä omia boniteetikäyriään viljellen perustetuille ja luontaisesti syntyneille koivikoille. Muussa tapauksessa on tuloksena kasvupaikan kasvukyvyn huomattava virhearvio.

KIRJALLISUUS

- Blomqvist, A. G. 1872. Tabeller framställande utvecklingen af jernnärga och slutna skogsbestånd av tall, gran och björk. Helsingfors. 30 s.
- Braastad, H. 1967. Produktionsstabeller for björk. Yield tables for birch. Medd. Norske Skogforsøksv. 22: 265—266.
- Cajander, A. K. 1909. Über Waldtypen. Acta For. Fenn. 1: 1—175.
- Fries, J. 1964. Vårtbjörkens produktion i Svealand och södra Norrland. Summary: Yield of *Betula verrucosa* Ehrh. in Middle Sweden and Southern North Sweden. Stud. For. Suec. 14: 1—303.
- Gustavsen, H. G. 1977. Valtakunnalliset kuutiokasvuyhtälöt. Abstract: Finnish volume increment functions. Folia For. 331: 1—37.
- 1980. Talousmetsien kasvupaikkaluokittelu valtapituuden avulla. Summary: Site index curves for conifer stands in Finland. Folia For. 454: 1—31.
- 1983. Kasvupaikan boniteetin määrittäminen. Metsikkökokeiden maastotyöohjeet 1982. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 96: 76—99.
- Heikkilä, T. 1914. Tuotantotaulut pääpuulajeillemme. Suomen Metsäyhdistyksen julkaisu. Erikoistutkimuksia. 2: 1—35.
- Hradetzky, J. 1972. Modell eines intergrierten Ertrags-tafel-Systems in modularer Form. Mitt. d. Bad.-Württ. Forstl. Versuchs- u. Forschungsanstalt 45: 1—172.
- Ilvessalo, Y. 1920. Kasvu- ja tuottotaulut Suomen eteläpuoliskon mänty-, kuusi- ja koivumetsille. Referat: Ertragstafeln für die Kiefern-, Fichten- und Birkenbestände in der Südhälfte von Finnland. Acta For. Fenn. 15:4: 1—94.
- & Ilvessalo, M. 1975. Suomen metsätyypit metsiköiden luontaisen kehitys- ja puutuottokyvyn valossa. Summary: The forest types of Finland in the light of natural development and yield capacity of forest stands. Acta For. Fenn. 144: 1—101.
- Kml. Tapio 1981. Etelä-Suomen ja Pohjois-Suomen metsien käsittelyohjeet. 3/81: 1—20.
- Kohmo, I. 1984. Lehtipuuston runkolukusarjat Etelä-Suomen piirimetsälautakuntien alueilla 1977—1982. Abstract: Statistics on the deciduous growing stock in Forestry Board Districts of South Finland during the period 1977 to 1982. Folia For. 582: 1—19.
- Koivisto, P. 1957. Etelä-Suomen hoiattujen raudus- ja hieskoivikoiden kehityksestä. Helsingin yliopiston metsänarvioimistieteen laitos. Konekirjoite. 158 s.

- Kujala, V. 1964. Metsä- ja suokasvilajien levinneisyys- ja yleisyyssuhteista Suomessa — Vuosina 1951—1953 suoritetun valtakunnan metsien III linja-arvioinnin tuloksia. Referat: Über die frequenzverhältnisse der Wald- und Moorpflanzen in Finnland — Ergebnisse der III. Reichwaldabschätzung 1951—1953. Commun. Inst. For. Fenn. 59.1: 1—137 + 34 karttaliitettä.
- Kuusela, K. & Salminen, S. 1980. Ahvenanmaan maakunnan ja yhdeksän eteläisimmän piirimetsälautakunnan alueen metsävarat 1977—1979. Summary: Forest resources in the province of Ahvenanmaa and the nine southernmost Forestry Board Districts in Finland 1977—1979. Folia For. 446: 1—90.
- Mielikäinen, K. 1980. Mänty-koivusekametsiköiden rakenne ja kehitys. Summary: Structure and development of mixed pine and birch stands. Commun. Inst. For. Fenn. 99.3: 1—82.
- 1984. Kuusi-koivusekametsiköiden rakenne ja kehitys. Käsikirjoitus.
- Oikarinen, M. 1983. Etelä-Suomen viljeltyjen rauduskoivikoiden kasvatusmallit. Summary: Growth and yield models for silver birch (*Betula pendula*) plantations in southern Finland. Commun. Inst. For. Fenn. 113: 1—75.
- Persson, O. 1959. En höjdtvecklingsmodell för björk konstruerad med hjälp av logistikan. Summary: A model for the height growth of birch constructed by means of the logistic function. Statens skogsforsk. inst., kontoret matem. stat. Rapp. 1: 1—18.
- Raulo, J. 1981. Koivukirja. Gummerus. Jyväskylä. 30 s.
- Salminen, S. 1981. Vuosien 1971—75 valtakunnallisia metsävaratietoja karttamuodossa. Summary: A cartographic presentation of forest resources in Finland 1971—75. Folia For. 483: 1—42.
- Saramäki, J. 1977. Ojitettyjen turvemaiden hieskoivikoiden kehitys Kainuussa ja Pohjanmaalla. Summary: Development of white birch (*Betula pubescens* Ehrh.) stands on drained peatlands in Northern Central Finland. Commun. Inst. For. Fenn. 91.2: 1—59.
- Tveite, B. & Braastad, H. 1981. Bonitering for gran, furu og bjørk. Norsk Skogbr. 4: 17—22.
- Vuokila, Y. 1983a. Suomalaisen puuntuotustutkimuksen menneisyys ja tulevaisuus. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 89: 1—103.
- 1983b. Viljelymetsiköiden harvennusmallit. Summary: Thinning models for forest cultures in Finland. Folia For. 556: 1—15.
- & Väliäho, H. 1980. Viljeltyjen havumetsiköiden kasvatusmallit. Summary: Growth and yield models for conifer cultures in Finland. Commun. Inst. For. Fenn. 99.2: 1—271.
- , Gustavsen, H. G. & Luoma, P. 1983. Siperianlehtikuusikoiden kasvupaikkojen luokittelu ja harvennusmallit. Abstract: Site classification and thinning models of Siberian larch (*Larix sibirica*) stands in Finland. Folia For. 554: 1—12.

Total of 28 references.

SUMMARY

Site index curves for natural birch stands in Finland

The aim of the study is to develop a site index system for natural *Betula pendula* and *Betula pubescens* stands on mineral soils throughout Finland. An estimate of the productive capacity of different site index classes is presented.

The material used for developing the dominant height increment ($I_{H_{dom}}$) function (see 31. p. 5) and the site index curves comprised 67 observations of the dominant height increment on 19 permanent plots and 274 observations from stem analyses of dominants on 37 temporary plots measured in connection with the investigation of mixed birch-pine and birch-spruce stands by Mielikäinen (1980, 1984). From the latter materials only those plots were selected where the height growth of the birch dominants had not been retarded by conifers.

The range of dominant height and age in the materials can be approximately determined from Figure 5 (mean $H_{dom} = 17.4$ m and $T = 41$ years). The mean values of the annual growth of dominant height is 27 cm with the range of 1—105 cm.

The yield values (I_v , see Fig. 13 and p. 13) are calculated using the volume increment (P_v) function (2) on p. 11 (41.) and applying the thinning models presented in Fig. 12. The functions (1 and 2) are based on 87 pure or slightly mixed birch stands (66 stands of *B. pendula* and 21 stands of *B. pubescens*) from the

investigation of mixed forests (Mielikäinen 1980, 1984). The mean values and the ranges of the variables in the volume increment functions are given on p. 11 (2.).

No clear tendency of systematic error can be detected in the functions as indicated by Fig. 3 (Fig. 5 also) and Fig. 11. The same model for dominant height increment function (cf. Hradetzky 1972) has earlier been used in constructing site index curves for Siberian larch stands in Finland (cf. Vuokila, Gustavsen and Luoma 1983).

The site index curves have been constructed by means of the dominant height increment function by giving different initial values to the variable H_{dom} at a fixed starting value of the variable T in the function. The site indices (H_{50}) are dominant height values (26, 24, 22 m, ...) reached by the stands at the biological age of 50 years. Mean values of the dominant height development and the mean height increment for various site classes are tabulated in Appendices 2 and 3.

The main results of the investigation are the site index curves (2 m-classes) presented in Fig. 4 as function of breast-height are ($T_{1.3}$). The time required by the dominants to reach the breast-height ($t(1.3$ m)) on different site classes is also given in Fig. 4. In Appendix 1, the limit values for site classes are tabulated.

In practice, the site classes $H_{50} = 26-20$ will be

normally applicable to *B. pendula* stands. The stands belonging to classes 18—12 are mostly made up by *B. pubescens* and are typically located in the northern part of Finland (cf. Figs. 1 and 6).

A comparison with earlier Finnish investigations (Koivisto 1957 and Y. and M. Ilvessalo 1975, cf. Fig. 10) and the 285 temporary check plots (0.1 ha) from the 3rd National Forest Inventory (see Fig. 6) indicates that the site index curves constructed can be used in birch stands all over Finland. The forest site types of Cajander (1909) corresponding to the new site index classes have been given on p. 10.

The new site index curves and corresponding yield values are compared in Figs. 7, 8 and 13 with some Norwegian (Tveite and Braastad 1981) and Swedish results (Fries 1964). Clear differences can be detected with the Norwegian curves, which represent a slightly higher yield level. The Swedish yield level is slightly lower, but the site index curves are very similar to the Finnish ones. When comparing, differences in the basic materials, models, curve construction techniques, thinning models etc. must be taken into account.

The increment function (2) used for the simulation of

the yield values includes the site index (H_{dom}/T^2) and the volume of the stand. The use of a ridge-regression system in eliminating the intercorrelation between the independent variables had only a small influence on the parameters and variables of the functions (1 and 2), and therefore on the predicted yield values of the whole rotation age.

The thinning guide applied in yield estimates corresponds to the practical recommendations in Southern Finland (Kml. Tapio 1981). In all 3—4 thinnings were included in the models, the first one at the dominant height of 10—12 m. On an average, c. 1000 stems per ha. were left in this first thinning. In the thinnings 30 % of the volume on the best site ($H_{50} = 26+$) to 20 % on the poorest sites (12—14 m) were removed.

It can be concluded that the new site index curves and the yield values cannot be used for the classification of birch cultures. There are clear differences in the site index curves (see Fig. 9) and the yield values compared with the results by Oikarinen (1983) for *Betula pendula* cultures in Southern Finland.

LIITTEET — APPENDICES

Liite 1. Luontaisesti syntyneiden talouskoivikoiden pituusboniteettiluokkien (H_{50}) raja-arvot eri ikävaiheissa rinnankorkeusikään ($T_{1,3} = T-t$ (1,3 m)) ja valtapituuteen (H_{dom}) perustuvalla yhtälöllä laskettuna.

App. 1. The limit values for site classes (H_{50}) of natural birch stands based on a function with breast height age ($T_{1,3}$) and dominant height (H_{dom}) as variables.

$T_{1,3}$, v years	H_{50} , m																
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
10	3,9	4,2	4,5	4,8	5,1	5,4	5,8	6,3	6,9								
15	5,2	5,8	6,4	7,0	7,8	8,8	9,5	10,6	12,1								
20	6,2	7,2	8,2	9,0	10,1	11,5	12,7	14,1	16,1								
25	7,4	8,7	9,9	10,9	12,3	14,0	15,3	16,9	19,1								
30	8,5	10,0	11,4	12,7	14,2	16,0	17,5	19,2	21,4								
35	9,4	11,2	12,8	14,3	15,9	18,0	19,6	21,4	23,6								
40	10,6	12,4	14,1	15,8	17,5	19,6	21,3	23,0	25,2								
45	11,6	13,5	15,3	17,1	19,0	21,1	22,9	24,5	26,8								
50	12,5	14,5	16,4	18,4	20,2	22,4	24,2	25,9	27,9								
55	13,5	15,5	17,4	19,4	21,3	23,5	25,3	27,0	28,9								
60	14,0	16,4	18,3	20,4	22,3	24,4	26,4	28,1	29,9								
65	15,0	17,1	19,1	21,2	23,2	25,3	27,3	29,0	30,7								
70	15,5	17,9	19,9	22,0	24,0	26,1	28,0	29,7	31,5								
75	16,3	18,5	20,6	22,7	24,8	26,8	28,7	30,4									
80	16,8	19,2	21,3	23,4	25,4	27,4	29,4										
85	17,6	19,8	21,9	24,0	26,0	28,0	30,0										
90	17,9	20,3	22,5	24,7	26,6	28,5											
95	18,4	20,8	23,1	25,3	27,2	29,0											
100	19,0	21,4	23,7	25,8	27,6												
105	19,4	21,9	24,3														
	11	13	15	17	19	21	23	25	27								

Liite 2. Luontaisesti syntyneiden talouskoivikoiden pituusboniteettiluokkien (H_{50}) keskiarvot eri ikävaiheissa biologiseen ikään (T) ja valtapituuteen (H_{dom}) perustuvalla yhtälöllä laskettuna.

App. 2. The middle values for site classes (H_{50}) of natural birch stands based on a function with biological age (T) and dominant height (H_{dom}) as variables.

T, v	H_{50} , m							
	12	14	16	18	20	22	24	26
15						6,6	7,5	8,6
20				7,3	8,3	9,5	10,8	12,3
25	6,1	7,0	8,2	9,3	10,8	12,3	13,8	15,7
30	7,4	8,6	10,0	11,5	13,2	14,8	16,6	18,5
35	8,7	10,0	11,7	13,4	15,1	17,0	18,9	20,9
40	9,9	11,4	13,2	15,0	17,1	19,0	20,9	22,9
45	11,0	12,7	14,7	16,6	18,6	20,6	22,5	24,6
50	12,0	14,0	16,0	18,0	20,0	22,0	24,0	26,0
55	13,0	15,0	17,1	19,1	21,3	23,3	25,2	27,3
60	14,0	16,0	18,2	20,2	22,3	24,4	26,3	28,3
65	14,9	16,9	19,2	21,2	23,3	25,4	27,3	29,3
70	15,7	17,7	20,0	22,1	24,3	26,3	28,2	30,1
75	16,4	18,5	20,8	22,9	25,1	27,1	29,0	30,8
80	17,1	19,3	21,6	23,7	25,8	27,8	29,7	31,5
85	17,7	19,9	22,3	24,4	26,5	28,4	30,4	
90	18,3	20,6	23,0	25,0	27,1	29,0		
95	18,8	21,1	23,6	25,6	27,7			
100	19,4	21,6	24,1	26,2	28,2			
105	19,9	22,1	24,6	26,8				
110	20,3	22,7	25,1					
	12	14	16	18	20	22	24	26

Liite 3. Luontaisesti syntyneiden taluskoivikoiden keskimääräinen vuotuinen valtapituuden kasvu ($I_{H_{dom}}$, m) biologiseen ikään (T) ja valtapituuteen (H_{dom}) perustuvalla yhtälöllä laskettuna.
 App. 3. The mean annual dominant height increment ($I_{H_{dom}}$, m) of natural birch stands based on a function with biological age (T) and dominant height (H_{dom}) as variables.

T, v	H_{dom} , m												
	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
15	0,71	0,88	1,03	1,14									
20	0,48	0,60	0,70	0,78	0,84								
25	0,36	0,44	0,52	0,58	0,62	0,65	0,67						
30	0,28	0,35	0,40	0,45	0,48	0,51	0,52	0,53					
35	0,23	0,28	0,33	0,37	0,39	0,41	0,42	0,43	0,43	0,42			
40		0,24	0,27	0,31	0,33	0,34	0,35	0,36	0,36	0,35			
45		0,20	0,23	0,26	0,28	0,29	0,30	0,31	0,31	0,30	0,29		
50			0,20	0,23	0,24	0,26	0,26	0,27	0,26	0,26	0,26	0,25	
55			0,18	0,20	0,21	0,22	0,23	0,23	0,23	0,23	0,22	0,22	
60				0,18	0,19	0,20	0,21	0,21	0,21	0,20	0,20	0,19	0,19
65				0,16	0,17	0,18	0,18	0,19	0,19	0,18	0,18	0,17	0,17
70					0,15	0,16	0,17	0,17	0,17	0,17	0,16	0,16	0,15
75					0,14	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,14	0,14
80						0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,13	0,13
85							0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,12	0,12
90							0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11
95								0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,10
100									0,10	0,10	0,10	0,10	0,09
	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30

ODC 541+176.1 *Betula*
ISBN 951-40-0670-4
ISSN 0015-5543

GUSTAVSEN, H. G. & MIELIKÄINEN, K. 1984. Luontaisesti syntyneiden koi-
vikoiden kasvupaikkaluokittelu valtaipuuuden avulla. Abstract: Site index curves
for natural birch stands in Finland. *Folia For.* 597: 1—20.

Site index curves and yield values (MAI) for the classification of natural *Betula*
pubescens and *Betula pendula* stands on mineral soils throughout Finland are
presented, based on material from permanent and temporary sample plots.

The classification criteria are the breast-height age and the dominant height of the
stand. The site index curves for practical classification are based on the height
growth function which in turn is based on the biological age and the dominant
height. The site indicator is the dominant height reached by the growing stock at
the biological age of 50 years. The yield values within site classes are calculated
from the volume increment function (2) applying the thinning guides presented in
this paper.

Authors' address: The Finnish Forest Research Institute, Unioninkatu 40 A,
SF-00170 Helsinki 17, Finland.

ODC 541+176.1 *Betula*
ISBN 951-40-0670-4
ISSN 0015-5543

GUSTAVSEN, H. G. & MIELIKÄINEN, K. 1984. Luontaisesti syntyneiden koi-
vikoiden kasvupaikkaluokittelu valtaipuuuden avulla. Abstract: Site index curves
for natural birch stands in Finland. *Folia For.* 597: 1—20.

Site index curves and yield values (MAI) for the classification of natural *Betula*
pubescens and *Betula pendula* stands on mineral soils throughout Finland are
presented, based on material from permanent and temporary sample plots.

The classification criteria are the breast-height age and the dominant height of the
stand. The site index curves for practical classification are based on the height
growth function which in turn is based on the biological age and the dominant
height. The site indicator is the dominant height reached by the growing stock at
the biological age of 50 years. The yield values within site classes are calculated
from the volume increment function (2) applying the thinning guides presented in
this paper.

Authors' address: The Finnish Forest Research Institute, Unioninkatu 40 A,
SF-00170 Helsinki 17, Finland.

Tilaa kortin kääntöpuolelle merkitsemäni jul-
kaisut (julkaisun numero mainittava).

*Please send me the following publications (put
number of the publication on the back of the
card).*

Nimi
Name _____

Osoite
Address _____



Metsäntutkimuslaitos
Kirjasto/Library
Unioninkatu 40 A
SF-00170 Helsinki 17
FINLAND

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:* 91500 Muhos, 1 kp, Finland
Puh. — *Phone:* (981) 431 404

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

Punkaharjun jalostuskoegasema
Punkaharju Tree Breeding Station
Os. — *Address:* 58450 Punkaharju, Finland
Puh. — *Phone:* (957) 314 241

Ojajoen koegasema
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:* (995) 61 401

Rovaniemen tutkimusasema
Rovaniemi Research Station
Os. — *Address:* Eteläranta 55
96300 Rovaniemi 30, Finland
Puh. — *Phone:* (991) 15 721

Joensuun tutkimusasema
Joensuu Research Station
Os. — *Address:* PL 68
80101 Joensuu 10, Finland
Puh. — *Phone:* (973) 28 331

Kannuksen tutkimusasema
Kannus Research Station
Os. — *Address:* Valtakatu 18
69100 Kannus, Finland
Puh. — *Phone:* (968) 71 161

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

1983

- No 573 Jokinen, Katriina: Metsänlannoituksen vaikutus juurikäävän esiintymiseen — Kirjallisuuskatsaus.
The effect of fertilization on the occurrence of *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. — A literature review.
- No 574 Sevola, Yrjö: Metsähallinnon Nurmeksen hoitoalueen voimaperäinen puunkasvatus: Seurantajärjestelmä ja tuloksia.
Intensive timber growing in a state forest district: Monitoring system and results.
- No 575 Nepveu, Gerard & Velling, Pirkko: Rauduskoivun puuineen laadun geneettinen vaihtelu.
Individual genetic variability of wood quality in *Betula pendula*.
- No 576 Gustavsen, Hans Gustav & Fagerström, Håkan: Brösthöjdsformtalets variation i tall-, gran- och björkbestånd.
The variation of the breast height form factor for pine, spruce and birch stands in Finland.
Männyn, kuusen ja koivun muotolokujen vaihtelu.
- No 577 Laakkonen, Olavi, Keipi, Kari & Lipas, Erkki: Typpilannoituksen kannattavuus varttuneissa kangasmetsissä.
Profitability of nitrogen fertilization in mature forests on mineral soils.
- No 578 Vuollekoski, Martti: Hydrostaattisella voimansiirrolla varustetun kaivurin soveltuvuus metsäojien perkaukseen.
Evaluation of a specially developed excavator for forest ditch cleaning.
- No 579 Lähde, Erkki, Högnäs, Bo, Jaakkola, Aimo & Huuri, Olavi: Tall- och granplanteringarnas utveckling på Åland.
Männyn ja kuusen istutuksen onnistuminen Ahvenanmaalla.
The success of Scots pine and Norway spruce planting in the Åland Islands.

1984

- No 580 Paavilainen, Eero & Tiihonen, Paavo: Etelä- ja Keski-Suomen suomensäät vuosina 1951—1981.
Peatland forests in southern and Central Finland in 1951—1981.
- No 581 Sirén, Matti: Tutkimustuloksia Norcar HT-440 Turbo harvennustraktorista.
Study results of Norcar HT-440 Turbo thinning tractor.
- No 582 Kohmo, Ilkka: Lehtipuuston runkolukusarjat Etelä-Suomen piirimetsälautakuntien alueilla 1977—1982.
Statistics on the deciduous growing stock in the Forestry Board Districts of South Finland during the period 1977 to 1982.
- No 583 Saksa, Timo & Lyly, Olavi: Istutustiheyden vaikutus nuoren männikön kehitykseen kuivalla kankaalla.
The effect of stocking density on the development of young Scots pine stands on a dry heath.
- No 584 Kalaja, Hannu: An example of terrain chipping system in first commercial thinning.
Esimerkki ensiharvennuspuun korjuusta palstahaketusmenetelmällä.
- No 585 Kaunisto, Seppo & Tukeva, Jorma: Kalilannoituksen tarve avosoille perustetuissa riukuasteen männikoissä.
Need for potassium fertilization in pole stage pine stands established on bogs.
- No 586 Hakkila, Pentti: Forest chips as fuel for heating plants in Finland.
Metsähake lämpöläitosten polttoaineena Suomessa.
- No 587 Jalkanen, Risto & Kurkela, Timo: Männynversoruosteeseen aiheuttamat vauriot ja varhaiset pituuskasvutappiot.
Damage and early height growth losses caused by *Melampsora pinitorqua* on Scots pine.
- No 588 Tiihonen, Paavo: Kasvun vaihtelu Pohjois-Karjalan ja Pohjois-Savon piirimetsälautakunnissa valtakunnan metsien 7. inventoinnin perusteella.
Growth variation in the Forestry Board Districts of Pohjois-Karjala and Pohjois-Savo according to the 7th National Forest Inventory.
- No 589 Paavilainen, Eero: Typpi ja hivenravinteet ojitettujen rämeiden jatkolannoituksessa.
Nitrogen and micronutrients in the refertilization of drained pine swamps.
- No 590 Metsätilastollinen vuosikirja 1983.
Yearbook of Forest Statistics, 1983.
- No 591 Elovirta, Pertti & Ihalainen, Ritva: Metsä- ja maatalousamatit nuorten ammattisuunnitelmissa.
Young people's professional plans in forestry and agriculture.
- No 592 Lilja, Arja: Ilmalevintäisen sinistymisen aiheuttajista ja eräiden fungisidien tehosta niiden torjunnassa.
Fungi causing air-borne sap stain in wood and efficiency of some fungicides against them.
- No 593 Parviainen, Jari: Männyn taimilajien menestyminen eri tavoin muokatuilla uudistamisaloilla.
The success of different types of pine nursery stock on regeneration sites prepared in different ways.
- No 594 Mäki, Elina: Markkinapuun alueittaiset hankintamäärät ja kulkuvirrat vuonna 1982.
Removals and flows of commercial roundwood in Finland in 1982 by districts.
- No 595 Metsäntutkimuslaitoksen julkaisut 1983.
Abstracts of publications of the Finnish Forest Research Institute, 1983.
- No 596 Vuokila, Yrjö, Laasasenaho, Jouko & Ihalainen, Antti: Luonnonmetsien puiden runkokäyrämallien tarkkuus viljelykuusikoissa.
The accuracy of stem taper curve functions for natural trees in spruce plantations.
- No 597 Gustavsen, Hans Gustav & Mielikäinen, Kari: Luontaisesti syntyneiden koivikoiden kasvupaikkaluokittelu valtapuuden avulla.
Site index curves for natural birch stands in Finland.

Metsäntutkimuslaitoksen julkaisusarjoja, Communicationes Instituti Forestalis Fenniae ja Folia Forestalia, koskevat yksittäiskappaleilaukset 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) 17 341

ISBN 951-40-0670-4
ISSN 0015-5543