

# FOLIA FORESTALIA<sup>331</sup>

METSÄNTUTKIMUSLAITOS · INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE · HELSINKI 1977

---

---

HANS GUSTAV GUSTAVSEN

VALTAKUNNALLISET KUUTIOKASVU-  
YHTÄLÖT

FINNISH VOLUME INCREMENT  
FUNCTIONS

---

- 1976
- No 255 Metsätilastollinen vuosikirja 1974.  
Yearbook of forest statistics 1974.
- No 256 Pentti Hakkila, Hannu Kalaja ja Yrjö Schildt: Bobcat M-721 kaatokasauskone männikön ensiharvennuksessa.  
Bobcat M-721 feller-buncher in early thinning of Scots pine.
- No 257 Pirkko Velling: Mänty- ja kuusiprovenienssien puuaineen tiheyden vaihtelusta.  
The wood basic density variation of pine and spruce provenances.
- No 258 Pentti Nisula: Muovihuoneen sadetuskone.  
A sprinkler for a plastic greenhouse.
- No 259 Matti Uusitalo: Puun kasvatuksen kulut vuosina 1972 ja 1973.  
Costs of timber production in Finland in 1972 and 1973.
- No 260 Pertti Harstela: Työn tuotos ja työntekijän kuormittuminen tehtäessä kuitupuuta liuku-puomikuormausta varten.  
Work output and the worker's strain in cutting pulpwood for slide-boom loading.
- No 261 Eero Lehtonen: Pienpuun kaato moottori- ja raivaussahoihin perustuvilla laitteilla.  
Felling of small-size trees with felling devices based on the chain saw and clearing saw.
- No 262 Olli Saikku ja Pentti Rikkonen: Kuitupuun kuoren määrä ja siihen vaikuttavat tekijät  
Bark amount of pulpwood and factors affecting it.
- No 263 Reino Saarnio: Viljeltyjen visakoivikoiden laatu ja kehitys Etelä-Suomessa.  
The quality and development of cultivated curly-birch (*Betula verrucosa f. carelica* Sok.) stands in southern Finland.
- No 264 Yrjö Vuokila: Ensiharvennuskertymä.  
Yield from the first thinning.
- No 265 Olavi Huuri: Kallistusilmiö istutusmänniköissä; tiedustelun tuloksia.  
Tilting of planted pines; survey results.
- No 266 Proposed tree breeding programme in Finland 1976—1985.  
Abbreviation of the report issued by the Tree Breeding Committee (Committee Report 1975:25).
- No 267 Jari Parviainen: Taimien juurten leikkaaminen kasvatuksen ja istutuksen yhteydessä.  
Kirjallisuuteen perustuva tarkastelu.  
Root pruning in the nursery and at planting. A study based on literature.
- No 268 Jari Parviainen: Männyn eri taimilajien juuriston alkukehitys.  
Initial development of root systems of various types of nursery stock for Scots pine.
- No 269 Heikki Seppälä: Metsäsektorin alueellinen merkitys Suomessa.  
Regional importance of the forest sector in Finland.
- No 270 Jaakko Virtanen: Metsänomistaja tienrakennuttajana.  
The role of the forest owners in logging roads construction.
- No 271 Pertti Elovirta: Metsätalouden työvoiman tarjonta Suomessa 1945—1974 ja ennuste vuosille 1975—1985.  
Forest labour supply in Finland 1945—1974 and a forecast to years 1975—1985.
- No 272 Eero Paavilainen: Typpilannoitus ohutturpeisilla piensaräreimeillä.  
Nitrogen fertilization on shallow-peated *Carex globularis* pine swamps.
- No 273 Paavo Simola ja Markku Mäkelä: Rasiinkaato kokopuiden korjuussa.  
Leaf-seasoning method in whole-tree logging.
- No 274 Kullervo Kuusela ja Sakari Salminen: Pohjois-Karjalan metsävarat vuosina 1973—74, Etelä-Pohjanmaan, Vaasan ja Keski-Pohjanmaan vuonna 1974 sekä Kainuun ja Pohjois-Pohjanmaan vuonna 1975.  
Forest resources in the Forestry Board Districts of Pohjois-Karjala in 1973—74, Etelä-Pohjanmaa, Vaasa and Keski-Pohjanmaa in 1974, Kainuu and Pohjois-Pohjanmaa in 1975.
- No 275 L. Runeberg: Driftsresultat från Skogsforskningsinstitutets företagekonomiska forskningsskogar åren 1945—74.  
The business economics result from the Forest Research Institute's research forests 1945—74.
- No 276 Pentti Iisalo, Jukka Sorsa ja Paavo Tiihonen: Suomen metsien rakenteen seuranta-menetelmä.  
Eine methode zur laufenden Überprüfung der Struktur der Wälder Finnlands.
- No 277 Terho Huttunen: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase vuosina 1973—75.  
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland, 1973—75.
- No 278 Heikki Juslin: Metsäalan toimihenkilöiden täydennyskoulutustarve.  
The need for future education in forestry
- No 279 Jyrki Raulo ja Erkki Lähde: Ennakkotuloksia rauduskoivun kylvökokeista Lapissa.  
Preliminary results on sowing experiments with *Betula pendula* Roth in Finnish Lapland.
- No 280 Veijo Heiskanen: Havusahatukkien kuorelliset keskusmuotoluvut.  
Middle form factors of pine and spruce sawlogs.
- No 281 Yrjö Vuokila: Karsimisen vaikutus männyn ja koivun terveystilaan.  
Effect of green pruning on the health of pine and birch.
- No 282 Yrjö Vuokila: Pystypuun kairaus vikojen aiheuttajana.  
The boring of standing trees as a source of defects.
- No 283 Leevi Pajunen: Metsurin työvälinekustannukset 1975—1976.  
Forest worker's equipment costs 1975—1976.

FOLIA FORESTALIA 331

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1977

Hans Gustav Gustavsen

VALTAKUNNALLISET KUUTIOKASVUYHTÄLÖT

Finnish volume increment functions

ODC 564  
ISBN 951-40-0306-3  
ISSN 0015-5543

GUSTAVSEN, H. G. 1977. Valtakunnalliset kuutiokasvuyhtälöt. Abstract: Finnish volume increment functions. *Folia For.* 331: 1—00.

Tutkimuksen tarkoituksena on sellaisten kuutiokasvuyhtälöiden kehittäminen, joita voidaan käyttää käytännön metsänarviointitehtävissä helpottamaan, nopeuttamaan ja halventamaan tulevan kauden kasvuennusteen laadintaa.

Tutkimuksessa on ollut välttämätöntä käyttää aineistoa, joka edustaa nykyisiä kokonaisuudessaan. Tällaisen aineiston tarjoavat valtakunnan metsien inventointien maastomittaukset. Tästä syystä kolmannen inventoinnin aineisto muodostaa esitettävien yhtälöiden varsinaisen pohjan, ja viidennen inventoinnin kasvatiedot ovat vertailuaineistona.

Yhtälöitä on kehitetty kaikkiaan 27 kpl, ja ne perustuvat 1 626 mänty-, 1 409 kuusi- ja 286 koivukoelaan. Yhtälöt antavat metsikön tulevan 5-vuotiskauden kuutiokasvuprosentin kuorineen. Ne on laadittu koko maata, Etelä-Suomea ja Pohjois-Suomea sekä vielä erikseen Pohjois-Pohjanmaa—Kainuuta ja Lappia varten. Kullekin kolmelle puulajille, männylle, kuuselle ja koivulle, on omat yhtälönsä. Pääyhtälöissä ovat selittävinä muuttujina puuston ikä, kuutiomäärä ja valtapituus.

Yhtälöt soveltuvat parhaiten metsäalueen puuston kasvuennusteen laadintaan. Arvion keskivirhe on tällöin n. 5 %, kun koelajien lukumäärä on 100 kpl. Tällöin edellytetään, että nykymetsät eivät rakenteellisesti poikkea olennaisesti 1950-luvun metsistä. Metsikkökohtaisen kasvun ennustamisessa keskivirhe on 30 %:n luokkaa. Esitetyt yhtälöt ovat siinä mielessä alustavia, että tutkimustyö jatkuu yhä luotettavampien yhtälöiden laatimiseksi sitä mukaa kuin uusia aineistoja on käytettävissä.

---

The paper presents functions for predicting the increment of forest stands based on simple stand measurements, thereby avoiding tree boring often used in management planning.

The main material for the functions has been obtained from the 3rd National Forest Inventory (1951—53), comprising 1 626 circular sample plots of 0,1 ha in pine-dominated stands, 1 409 in spruce-dominated stands and 286 in birch-dominated stands. The sample plots of the 5th National Inventory (1964—68) have been used as an additional test material.

In all, 27 functions have been derived giving the volume percentage of the stand during the future 5-year period. Concerning each of the tree species mentioned, functions have been determined for the whole country, as well as for the southern and northern halves of it. Furthermore, the northern part of the country has been divided into subareas, Kainuu—Pohjois-Pohjanmaa and Lapland (Lappi), and given their own functions. The main functions include stand age, stand volume and dominant height as independent variables. Functions based on age and volume and those based on age, dominant height and basal area are also presented in this publication.

The functions published are most reliable in predicting the increment of forest areas comprising numerous stands. The standard error of estimate, based on 100 sample plots, is c. 5 %. In single stands, the standard error of estimate is naturally rather great, 30 % on an average for all the functions. No function shows a clear tendency of systematic error within the normal variation range of the stand criteria.

## SISÄLLYS

1. JOHDANTO .....	5
2. TUTKIMUSAINEISTO .....	6
3. VALTAKUNNALLISET KUUTIOKASVUYHTÄLÖT .....	7
31. Yhtälöissä käytetyt merkinnät .....	7
32. Yhtälöiden laadinta ja rakenne .....	7
33. Yhtälöt .....	8
4. YHTÄLÖIDEN LUOTETTAVUUS .....	9
41. Tilastomatemattinen luotettavuus .....	9
42. Systemaattinen virhe .....	10
43. Yhtälöiden luotettavuus metsäalueen inventoinnissa .....	11
44. Mittausvirheiden merkitys .....	14
5. SOVELTAMINEN KÄYTÄNNÖSSÄ .....	15
KIRJALLISUUS .....	16
TAULUKOT .....	18
LIITTEET .....	24
1. Kasvuprosenttitaulukot .....	24
2. Kasvuyhtälöiden systemaattisen virheen tarkastelu .....	32



## 1. JOHDANTO

Metsäntutkimuslaitoksen puuntuotoksen tutkimussuunnalla aloitettiin v. 1972 laaja tutkimus, jonka tarkoituksena on antaa monipuolista tietoa nykymetsien rakenteesta ja kasvusta. Pyrkimyksenä on saada maan kaikkiin metsiin soveltuvia tuloksia, mistä syystä tutkimus nojautuu valtakunnan metsien inventointien aineistoihin.

Sarjan ensimmäisenä ilmestyi tutkimus (Hänninen 1974), jossa selviteltiin Suomen metsien puustoisuutta ja hakkuumahdollisuuksia valtakunnan metsien viidennen inventoinnin aineiston pohjalta. Alkuperäisen tutkimussuunnitelman seuraavana selvityskohteena ovat nykymetsien kuutiokasvuyhtälöt, jotka ovat käsillä olevan tutkimuksen aiheena.

Erilaisten metsiköiden kuutiokasvuyhtälöitä on Suomessa kehitetty tähän mennessä verrattain suuri määrä (Vuokila 1960b, 1965, Kuusela ja Kilkki 1963, Koivisto 1970, Nakari 1971, Mielikäinen 1975, Saramäki 1977). Yhtä poikkeusta (Koivisto 1970) lukuun ottamatta niiden sovellutusalue on kuitenkin maan metsiä kokonaisuutena ajatellen suppea, sillä ne perustuvat eräänlaisiin ihannemetsiköihin, joita Suomen metsistä on vain pieni osa. Keskimääräisissä ja sitä heikommassa metsälisissä olosuhteissa yhtälöillä voidaan saada harhainen, yleensä kasvua liioitteleva käsitys. Käytön esteenä voi olla myös se, että tietty yhtälö vaatii sellaisia metsikkötunnuksia, joita ei käytännön tasolla ole olemassa tai joiden hankkiminen on hankalaa tai mahdotonta. Tähänastiset yhtälöt ovat käyttökelpoisia mm. teoreettisten metsikkömallien kehittelyyn, mutta käytännön metsätalouden tarpeisiin ne eivät sovellu yhtä hyvin. Tämän tyyppisiä yhtälöitä on kuitenkin käytetty esim. eräitä puuntuotanto-ohjelmia koskevissa laskelmissa (Kilkki ym. 1977).

Nyt julkaistavien kuutiokasvuyhtälöiden tavoite on ennen muuta metsätalouden suunnittelun yhteydessä tapahtuva kasvun ennus-

taminen (mm. Mielikäinen 1976). Käytännössä tämä on tapahtunut tähän mennessä kasvukairauksien avulla, jos on pyritty tietyt tarkkuusvaatimukset täyttävään kasvun enustamiseen. Eräät aputaulukot, joita on käytettävissä (mm. Ilvessalo 1948, Rajala 1970, Kohmo 1972), ovat siinä mielessä suurpiirteisiä, että ne eivät ota kuutiomäärän ja valtapituuden vaihtelua tietyn ikäluokan puitteissa huomioon.

Kasvun kairaus on merkittävä kustannustekijä hankittaessa perustietoja metsätalouden suunnitteluun. Sitä voidaan arvostella myös muista syistä. Niinpä on varmaa, että kairaukset vaarantavat ainakin kuusen ja koivun terveydentilan (Vuokila 1976).

Kairauksiin nojautuva kasvuennuste voi olla merkittävän virheellinen myös siinä tapauksessa, että tutkimuksen kohteena olevat vuodet ovat ilmastollisesti keskitasosta huomattavasti poikkeavia. Kasvuarviota tehtäessä ei ole yleensä käytettävissä ko. vuosien kasvuindeksejä, jotka osoittaisivat, missä määrin harhainen kasvuarvio saadaan juuri senhetkisten kairauksien nojalla. Kairaus on sitä paitsi aina taannehtiva, kun tietoa kuitenkin haluttaisiin tulevien vuosien kasvu-  
tapahtumasta.

Kasvuyhtälö voi tietenkin edellyttää menneen kauden kasvun tutkimista. Kairaus ei ole kuitenkaan aina välttämätön. Yhtälö voidaan perustaa yksinkertaisiin metsikkötunnuksiin, jotka selvitetään maastomittauksessa kuutiomäärän määrittämistä varten. Näin menetellen kasvuarvio saadaan laskennallisesti kuutioimisen maastokustannuksilla. Kun kairaukset jäävät suorittamatta, puuston terveydentilaa ei vaaranneta. Kasvuyhtälöt voidaan lisäksi laatia vastaamaan ko. maantieteellisen alueen keskimääräistä ilmastoa, koska ne ovat aina tulevaisuuteen kohdistuvia ennusteyhtälöitä.

Yksittäisille metsiköille kasvuyhtälöt voivat antaa merkittävästi virheellisen kasvuarvion, mutta koko metsäalueen puuston kasvun

arvioinnissa ne ovat merkittävästi luotettavampia. Etenkin suuralueille kasvuyhtälöt ovat helppo ja kätevä ratkaisu.

Käsillä oleva tutkimus pyrkii sellaisten kuutiokasvuyhtälöiden kehittämiseen, joita voidaan käyttää käytännön metsänarviointitehtävissä helpottamaan, nopeuttamaan ja halventamaan taloussuunnitelman laadintaan tai vastaavaan tehtävään liittyvän kasvunusteen suorittamista. Tavoitteena ovat yhtälöt, joiden avulla voidaan laatia myös nyky-metsien alueellisia kasvu- ja tuotostaulukoita sekä lyhytaikaisia valtakunnallisia kehitysnusteita.

## 2. TUTKIMUSAINEISTO

Varsinaisen tutkimusaineistona on käytetty valtakunnan metsien viidennen inventoinnin (1951—53) koealoja. Koeala-aineiston tekee erityisen arvokkaaksi tämän tutkimuksen kannalta se seikka, että ympyräkoalojen koko oli suuri (0,1 ha) ja että puustotiedot, kasvu mukaan luettuna, laskettiin aikanaan koealakohtaisesti. Tutkimusaineisto käsittää koko maan (Ilvesalo 1951).

Tulosten luotettavuutta on pyritty testaamaan valtakunnan metsien viidennen inventoinnin (1964—68) aineiston avulla siinä määrin kuin se on ollut mahdollista. Kyseisen inventoinnin koealat olivat relaskoopihavaintoja, jotka peittivät lohkosysteemin puitteissa koko maan. Keskimäärin relaskoopikoeala käsitti 7—8 puuta. Jokainen luettu puu oli koepuu, josta määritettiin kuutiomäärä ja kasvun laskennan vaatimat tunnuksat (Kuusela ja Salmi 1969).

Kolmannen inventoinnin aineiston käyttöä voidaan arvostella siltä pohjalta, että se on jo vanhentunut. Näin epäilemättä onkin, jos aineistoa tarkastellaan inventointityyppisten selvitysten kannalta. Metsävarat ovat sitten 1950-luvun merkittävästi muuttuneet, eikä kolmas inventointi voi antaa niistä enää tätä nykyä tyydyttävää kuvaa. Käsillä olevassa julkaisussa ei ole kuitenkaan kysymys tällaisesta inventointitutkimuksesta. Tarkoitus on selvittää ko. aineistosta, miten siinä kuutiokasvu riippuu metsikkötunnuksista ja niiden muutoksista. Tässä mielessä aineiston voidaan katsoa olevan yhä käyttökelpoinen, vaikka metsien kehitysluokkasuhteet ovat nykyisin erilaiset kuin aineiston mittaushetkellä. Metsiköitä käsiteltiin 1950-luvulla todennäköisesti jonkin verran toisin kuin nykyisin. Harsinnan luonteiset hakkuut olivat nykyistä yleisempiä, vahvat harvennukset olivat harvinaisia, ja metsikön sisäinen rakenne oli kenties vaihtelevampi kuin nykyisin.

Tärkeämpää kuin aineiston ikä tai metsikön käsittely on kuitenkin, että mittaustiedot täyttävät tutkimustehtävän asettamat edellytykset ja että yhtälöihin sisältyvien metsikkötunnuksen vaihtelualue on yhtä laaja kuin nykyisinkin (ks. taulukko 3).

Merkittävää tukea ja apua ovat antaneet professori Yrjö Vuokila työn kaikissa vaiheissa, VTK Risto Häkkinen tilastomatematisissa ja ATK kysymyksissä, sekä MMK Kari Mielikäinen. Aineistojen esikäsitellyssä ovat avustaneet MMK Tapani Hänninen, tutk. apulaiset Hannele Alhola ja Riitta Paussu (lisäksi konekirjoitus), metsät.yo. Pertti Tarvasmäki ja lävistäjät Airi Pouttu ja Maire Soimula.

Ashley Selby, B.Sc., on tarkistanut tutkimuksen englanninkielisen osan. Käskirjoituksen ovat lukeet professorit Kullervo Kuusela ja Yrjö Vuokila, MMT Pentti Roiko-Jokela, VTK Risto Häkkinen, MMK Kari Mielikäinen ja MH Mauri Timonen.

Kiitän edellä mainittuja henkilöitä ja kaikkia, jotka ovat tavalla tai toisella myötävaikuttaneet tutkimuksen syntyyn.

Taulukossa 1 on esitetty puolajettain ja ikäluokittain kummastakin tutkimusaineistosta lasketut 5-vuotiskausien keskimääräiset kasvuprosentit aritmeettisina keskiarvoina ja vastaavat keskikuutiomäärät.

Taulukosta nähdään, että koko aineiston keskiarvona viides inventointi antaa männyn ja kuusen osalta selvästi korkeamman kasvuprosentin kuin kolmas inventointi. Eron aiheuttaa kuitenkin pääasiassa nuorin ikäluokka, alle 40 v, missä viides inventointi osoittaa kolmanteen verrattuna selvästi korkeampaa kasvutasoa. Toisaalta on merkille pantavaa, että vanhemmissa ikäluokissa puolestaan kolmannen inventoinnin tulokset johtavat viidettä inventointia korkeampiin kasvuprosentteihin.

Taulukossa 1 suoritettu vertailu ei merkitse välttämättä sitä, että jompikumpi inventointi olisi johtanut systemaattisesti virheelliseen tulokseen. Pääsyyinä eroihin ovat ikäluokkarakenteessa tapahtuneet muutokset ja keskikuutiomäärän nouseminen vertailtavien inventointien välisenä aikana. Kahta nuorinta ikäluokkaa huomioon ottamatta kolmannen inventoinnin korkeampi kasvutaso johtuu siitä, että keskikuutiomäärä on yleensä pienempi kuin viidennessä inventoinnissa. Toisaalta alle 60 vuotta vanhoissa metsiköissä pienikin ero aineistoihin sisältyvien metsiköiden keskimääräisessä iässä selittää todetun kasvuprosentti-eron. Nuoria taimistoja oli 1960-luvun lopussa enemmän kuin 1950-luvun alussa. Taimistoja on ryhdytty myös harventamaan entistä voimakkaammin, mikä kohottaa keskimääräistä kasvuprosenttia. Kokonaan ei voida sulkea pois sitä mahdollisuutta, että ero johtuu jossain määrin myös erilaisista inventointimenetelmistä ja ilmastollisesta vaihtelusta. Menetelmistä aiheutuvan ristiriidan mahdollisuus on suurin taimistoissa ja nuorissa metsiköissä.

Kaiken kaikkiaan taulukko 1 (ks. myös taulukot 2 ja 3) vahvistaa sitä oletusta, että kolmannen inventoinnin aineisto on edelleen sovellutuskelpoinen. Epäilemättä tämänkin inventoinnin aineistoon sisältyy kaikkia niitä käsittelyvaihtoehtoja, joita tavataan nyky-metsissä, olkoonkin että painopiste on jossain määrin toisella taholla kuin viidennessä inventoinnissa.



Kolmannen inventoinnin aineistosta on valittu kasvuyhtälöiden laadintaa varten sellaiset täyskoalat, jotka sijaitsevat kasvullisen metsämaan kangaskuivioilla. Näistä on edelleen hyväksytty vain yksijaksoiset mänty-, kuusi- ja koivumetsiköt, joissa pääpuulajia on ollut yli 50 % kuutiomäärästä. Seuraavat kehitysluokat (Ilvesalo 1951) ovat aineistossa mukana:

Taimistot (valtapituus 4 + m)  
 Harvennusemetsiköt  
 Väljennusemetsiköt  
 Uudistusemetsiköt  
 Harsitut metsiköt  
 Yli-ikäiset ja puulajiltaan muutettavat (kuusi- ja koivu-) metsiköt

Vastaavaan valintaan on pyritty myös viidennen inventoinnin osalta, mutta käsitteiden ja menetelmien

erilaisuudesta johtuen aineistot poikennevat jossain määrin toisistaan.

Tutkimuksen koala-aineisto käy ilmi taulukosta 2. Kolmannen inventoinnin aineistosta on mukana 3 321 täyskoalaa, näistä 1 626 männikköä, 1 409 kuusikkoja ja 286 koivikkoja. Viidennestä inventoinnista saatu vertailuaineisto käsittää puolestaan 1 573 relaskooppikoalaa, näistä 874 männikköä, 631 kuusikkoja ja 68 koivikkoja. Aineisto on siten erittäin suuri ja takaa sen, että edellytykset luotettavien kasvuyhtälöiden laatimiseen ovat hyvät. Taulukosta 3 ilmenevät edelleen aineistojen tiettyjen metsikkötunnusten vaihtelualueet ja keskiarvot puulajeittain.

Ennen yhtälöiden laatimista kuutiokasvuprosentti korjattiin keskimääräistä ilmastoa vastaaviksi mittausjakson keskimääräisten ilmastoindeksien avulla. Indeksit on laskettu 1950-luvulla metsäntutkimuslaitoksen arvioimisosastolla.

### 3. VALTAKUNNALLISET KUUTIOKASVUYHTÄLÖT

#### 31. Yhtälöissä käytetyt merkinnät

Yhtälöissä esiintyvillä merkinnöillä tarkoitetaan seuraavaa.

Metsikkömerkinnät — *Stand symbols:*

- $P_{v5}$  = metsikön tulevan 5-vuotiskauden kuutiokasvuprosentti kuorineen  
*increment percentage of the stand during the future 5-year period, incl. bark*
- $T$  = metsikön ikä, v  
*stand age, years*
- $H_{dom}$  = metsikön valtapituus, hehtaaria kohden 100 paksuimman puun keskipituus, m  
*dominant height of the stand, mean height in metres of the 100 largest (in dbh) trees per ha*
- $V$  = metsikön kuutiomäärä kuorineen, m<sup>3</sup>/ha  
*volume of the stand, i.e. solid stem wood above stump, m<sup>3</sup> per ha incl. bark*
- $G$  = metsikön pohjapinta-ala kuorineen, m<sup>2</sup>/ha  
*basal area of the stand, m<sup>2</sup> per ha incl. bark*

Matemaattiset merkinnät — *Mathematical symbols:*

- $\exp(f(x)) = e^{f(x)}$   
 $e$  = Neperin luku = 2,7182818...  
 $\ln$  = luonnollinen logaritmi (järjestelmä)  
*system of natural logarithms*

#### 32. Yhtälöiden laadinta ja rakenne

Yhtälöissä on pyritty käyttämään sellaisia metsikkötunnuksia, muuttujia, jotka ovat helposti mitattavissa käytännön metsänarvioimistehtävissä. Tämä perustuu siihen, että puuston kasvu voidaan selittää käytäntöä

ajatellen riittävän tarkasti metsikön ikää ( $T$ ), kasvupaikkaa ( $T, H_{dom}$ ) ja tiheyttä ( $V$  tai  $G$ ) kuvaavien tunnuksin.

Yhtälöiden laadinnassa ja muuttujien muunnosten valinnassa sovellettiin aluksi graafista menettelyä, missä ns. »matchacurve»-menetelmä (vrt. Jensen ja Homeyer 1970, 1971, Jensen 1973) oli tärkeällä sijalla (vrt. myös Kilkki ja Siitonen 1975). Potenssieksponenttien hienosäätö ja yhtälöiden lopullisten parametrien määrittäminen tapahtui tämän jälkeen tavanomaista regressioanalyysiä käyttäen. Erityistä huomiota kiinnitettiin viime vaiheessa vaihtoehtoisten yhtälömallien systemaattisten virheiden tarkasteluun. Tämä tapahtui selvittämällä yhtälön luotettavuutta aineiston kaikissa osissa.

Yhtälöiden perusmallit perustuvat aikaisempien tutkimusten tuloksiin (Kusela ja Kilkki 1963, Vuokila 1965 ja Koivisto 1970). Pelkät logaritmimuunnokset eivät tässä tapauksessa olleet riittäviä, vaan korottamalla logaritmimuunnokset sopiviin potensseihin saatiin selitettävän ja selittävien muuttujien suhteet parhaiten linearisoiduiksi. Puuston valtapituus ja kuutiomäärä korreloivat keskenään voimakkaasti, ja näiden muuttujien yhteisvaikutus määrää sen tason, jolle kasvuprosentti iänmukainen trendi asettuu.

Kaikkiaan kuutiokasvuyhtälöitä on 27 kpl. Alueellisesti niitä on kolmea tyyppiä. Lisäksi yhtälöt poikkeavat toisistaan muuttujien lukumäärän puolesta:

	Selittävät muuttujat		
	T, H <sub>dom</sub> , V	T, H <sub>dom</sub> , G	T, V
	Yhtälön numero		
<b>Koko maa</b>			
Mänty	1		
Kuusi	2		
Koivu	3a		3b
<b>Etelä-Suomi</b>			
Mänty	4	6	5
Kuusi	7	9	8
Koivu	10	12	11
<b>Pohjois-Suomi</b>			
Mänty	13	15	14
Kuusi	16	18	17
<b>Kainuu ja Pohjois-Pohjanmaa</b>			
Mänty	19		20
Kuusi	21		22
<b>Lappi</b>			
Mänty	23		24
Kuusi	25		26

### 33. Yhtälöt

Koko maa — Whole country

Mänty — Pine

$$1. P_{v5} = \exp \{2,77432 + 1,02982[5,69 - \ln T] - 0,06296[\ln(V H_{dom})]^{1,50}\}$$

Kuusi — Spruce

$$2. P_{v5} = \exp \{10,86168 - 2,71727[\ln T]^{0,65} - 0,00164[\ln(V H_{dom})]^{3,00}\}$$

Koivu — Birch

$$3a. P_{v5} = \exp \{9,28134 - 3,28948[\ln T]^{0,60} + 0,74753 \ln(V H_{dom}) - 0,07086[\ln(V H_{dom})]^{2,00}\}$$

$$3b. P_{v5} = \exp \{11,89924 - 3,26896[\ln T]^{0,60} - 0,21898 \ln V\}$$

Etelä-Suomi — Southern Finland (piirimetsälautakunnat 1—15) (Forestry board districts 1—15)

Mänty

$$4. P_{v5} = \exp \{2,95091 + 1,05986[5,69 - \ln T]^{0,90} - 0,07100[\ln(V H_{dom})]^{1,50}\}$$

$$5. P_{v5} = \exp \{1,63805 + 0,68384[5,69 - \ln T]^{1,25} + 0,15543[5,97 - \ln V]^{1,55}\}$$

$$6. P_{v5} = \exp \{2,43732 + 1,91365[\ln T]^{0,60} - 0,33499 \ln(G H_{dom})\}$$

Kuusi

$$7. P_{v5} = \exp \{9,25266 - 1,99553[\ln T]^{0,65} - 0,00216[\ln(V H_{dom})]^{3,00}\}$$

$$8. P_{v5} = \exp \{9,50150 - 1,31769[\ln T]^{0,80} - 0,52557[\ln V]^{0,90}\}$$

$$9. P_{v5} = \exp \{3,16628 + 0,71152[5,50 - \ln T]^{1,10} - 0,00499[\ln(G H_{dom})]^{3,00}\}$$

Koivu

$$10. P_{v5} = \exp \{10,65520 - 2,50830[\ln T]^{0,60} - 0,07567[\ln(V H_{dom})]^{1,50}\}$$

$$11. P_{v5} = \exp \{11,16634 - 2,66489[\ln T]^{0,60} - 0,36693 \ln V\}$$

$$12. P_{v5} = \exp \{7,83970 - 0,60329[\ln T]^{1,20} - 0,09984[\ln(G H_{dom})]^{1,50}\}$$

## Pohjois-Suomi — Northern Finland (piirimetsälautakunnat 16—19)

### Mänty

13.  $P_{v_5} = \exp\{2,83315 + 0,84866[5,69 - \ln T]^{1,25} - 0,05750[\ln(V H_{dom})]^{1,50}\}$   
14.  $P_{v_5} = \exp\{1,53846 + 0,79884[5,69 - \ln T]^{1,40} - 0,00723[5,69 - \ln T]^{4,50} + 0,12236[5,97 - \ln V]^{1,55}\}$   
15.  $P_{v_5} = \exp\{2,61551 + 0,90981[5,69 - \ln T]^{1,20} - 0,07761[\ln(G H_{dom})]^{1,50}\}$

### Kuusi

16.  $P_{v_5} = \exp\{12,85558 - 3,22716[\ln T]^{0,65} - 0,16904 \ln(V H_{dom})\}$   
17.  $P_{v_5} = \exp\{9,36616 - 1,23072 \ln T - 0,10872[\ln V]^{1,30}\}$   
18.  $P_{v_5} = \exp\{2,63485 + 1,15340[5,50 - \ln T]^{1,10} - 0,05744[\ln(G H_{dom})]^{1,50}\}$

## Kainuu ja Pohjois-Pohjanmaa (piirimetsälautakunnat 16—17)

### Mänty

19.  $P_{v_5} = \exp\{3,68602 + 0,62500[5,69 - \ln T]^{1,25} - 0,08320[\ln(V H_{dom})]^{1,50}\}$   
20.  $P_{v_5} = \exp\{1,82037 + 0,54257[5,69 - \ln T]^{1,40} + 0,16992[5,97 - \ln V]^{1,55}\}$

### Kuusi

21.  $P_{v_5} = \exp\{12,20508 - 2,68005[\ln T]^{0,65} - 0,28188 \ln(V H_{dom})\}$   
22.  $P_{v_5} = \exp\{8,99150 - 1,03789 \ln T - 0,18069[\ln V]^{1,30}\}$

## Lappi (piirimetsälautakunnat 18—19)

### Mänty

23.  $P_{v_5} = \exp\{2,79139 + 0,81442[5,69 - \ln T]^{1,25} - 0,05720[\ln(V H_{dom})]^{1,50}\}$   
24.  $P_{v_5} = \exp\{1,55713 + 0,72825[5,69 - \ln T]^{1,40} + 0,11238[5,97 - \ln V]^{1,55}\}$

### Kuusi

25.  $P_{v_5} = \exp\{11,33760 - 2,75520[\ln T]^{0,65} - 0,14934 \ln(V H_{dom})\}$   
26.  $P_{v_5} = \exp\{8,27459 - 1,04671 \ln T - 0,08691[\ln V]^{1,30}\}$

Yhtälöitä, jotka sisältävät muuttujina metsikön iän, valtapituuden ja kuutiomäärän, on pidettävä tärkeimpinä. Näitä täydentävät yhtälöt, jotka perustuvat ikään ja kuutiomäärään. Lisäksi on laadittu vaihtoehtona kolmen muuttujan yhtälöt, joissa kuutiomäärä on korvattu pohjapinta-alalla.

Käytäntöä varten on taulukoitu (ks. liite 1) vain iän ja kuutiomäärän sisältävät yhtälöt. Muiden yhtälöiden taulukointi vaatisi kohtuuttomasti tilaa. Laajamittainen taulukointi ei liene tarpeenkaan, koska yhtälöt soveltuvat

lähinnä tietokonein tapahtuvaan kasvun enustamiseen.

Yhtälöiden vakiotermeissä on korjattu se virhe, joka syntyy kun selitettävänä muuttujana oleva logaritimuunnos palautetaan alkuperäiselle asteikolle. Regressioanalyysin antamat alkuperäiset vakiotermit (ks. taulukot 5a, b, c) ovat tämän takia kaikki saaneet lisäyksen  $s_e^2/2$  (vrt. L a a s a s e n a h o 1976 s. 33). Yhtälöitä vastaavat jäännöshajonnat  $s_e$  ( $s_e^2$  = jäännösvariassi) ilmenevät taulukosta 4.

## 4. YHTÄLÖIDEN LUOTETTAVUUS

### 41. Tilastomatemattinen luotettavuus

Muodostettujen yhtälöiden yleistä tilastomatemattista luotettavuutta havainnollistaa taulukko 4.

Mänty-yhtälöt selittävät tässä aineistossa esiintyvistä kasvun vaihtelusta 69—76 %. Selitysasteessa ei esiinny suuria eroja maan eri osia varten laadittujen yhtälöiden välillä. Kuitenkin voidaan todeta, että Lapin yhtä-

löillä on hieman alhaisempi selitysaste kuin muilla. Kuusiyhtälöiden selitysaste vaihtelee alueittain eniten. Se on yleensä alle 70 %. Lapin yhtälöt selittävät vain hieman yli 40 % vaihtelusta. Keskimäärin korkein selitysaste, 71—78 %, on koivuyhtälöillä, joita on kuitenkin laadittu vain koko maalle ja Etelä-Suomelle. Alhainen selitysaste ei välttämättä merkitse sitä, että yhtälö olisi vähemmän luotettava. Osa-alueiden yhtälöt perustuvat erilaisiin otoksiin, ja selitysasetta ei pidä käyttää luotettavuuskriteerinä verrattaessa eri otoksista laskettuja yhtälöitä. Se on nimenomaan jokaista yhtälöä erikseen hyvin kuvaava tilastomatemaattinen tunnus (vrt. K o z a k 1976). Lapin yhtälöiden alhaiset selitysasteet johtuvat useista tekijöistä. Pääsyy on aineiston painottuminen vanhojen, jopa yli-ikäisten metsien osalle kolmannessa inventoinnissa. Tämä merkitsee, että selitettävä hajonta (ks. taulukko 4) sekä selittävien muuttujien vaihtelualueet ovat pieniä, mikä heikentää selitysasetta (vrt. K o z a k 1976).

Valtakunnan metsien kolmannen inventoinnin aineistosta voitaisiin myös laatia yhtälöitä, joiden selitysaste olisi vielä parempi kuin mitä taulukossa 4 on esitetty. Yhtälöiden tilastomatemaattista luotettavuutta voitaisiin parantaa siten, että yhdeksi selittäväksi muuttujaksi otettaisiin edellisen kauden kairauksin mitattu kasvu. Kun tarkoituksena kuitenkin oli saada aikaan käytännössä helposti sovellettavat yhtälöt, muuttujiksi oli valittava yksinkertaisia metsikkötunnuksia. Tavoitteena oli nimenomaan eliminoida kairaus kasvun arvioinnista.

Taulukot 5a—c esittävät yhtälöissä käytettyjen selittävien muuttujien merkittävyyttä. Niistä käy ilmi, että muuttujista on merkitevin puuston ikä (vrt. K u u s e l a ja K i l k - k i 1963, V u o k i l a 1965, K o i v i s t o 1970, M i e l i k ä i n e n 1975). Pohjapinta-ala ei sen sijaan kykene täysin korvaamaan kuutiomäärää tiheystunnuksena. Yleensä muuttujien t-arvot ovat erittäin korkeita. Eräissä tapauksissa on kuitenkin todettu heikohkonkin t-arvon saaneen muuttujan parantavan yhtälön luotettavuutta. Edelleen (vrt. taulukko 4) voidaan päätellä, että puuston iän ja kuutiomäärän jälkeen valtapitus selittää kuutiokasvuprosentissa esiintyvää jäännösvaihtelua merkittävästi.

Yhtälön selitysaste, sen korkeus tai alhaisuus, ei ole kuitenkaan ratkaiseva käyttökkel-

poisuuden mitta. Hyvä selitysaste ei poista esim. sitä mahdollisuutta, että tietyssä osassa aineistoa yhtälö voi antaa sangen virheellisiä tuloksia. Heikommalla selitysasteella varustettu yhtälö voi olla tässä suhteessa parempi. Tärkeintä on, että yhtälö ei anna systemaattisia virheitä kasvun normaalilla vaihtelualueella.

## 42. Systemaattinen virhe

Systemaattisella virheellä tarkoitetaan sitä, että yhtälöt antavat keskimäärin liian suuria tai pieniä kasvuprosentteja kasvun tietyillä vaihtelualueilla. Tämä ratkaisee loppujen lopuksi yhtälön hyväksymisen tai hylkäämisen.

Systemaattisen virheen eliminoinniseksi yhtälöiden kehittäminen yhteydessä tarkkailtiin jatkuvasti, miten vaihtoehtoiset yhtälö- ja muuttujaratkaisut sopivat aineiston kaikkien osien tasoittamiseen. Tarkastelua varten viitataan liitteeseen 2.

Tärkein ja tehokkain kontrolli saatiin kolmiulotteisin (ikä-valtapitus-kuutiomäärä/pohjapinta-ala) ja kaksiulotteisin (ikä-kuutiomäärä) taulukoin. Systemaattista virhettä tutkittiin näin tilanteissa, joissa metsikkötunnukset vaihtelivat aineiston koko peittävyysalueella.

Yleisesti voidaan sanoa, ettei yksikään esitettyistä yhtälöistä sisällä selvää systemaattista virhettä, kun tätä mahdollisuutta tarkastellaan yhtälöiden taustana olevan aineiston perusteella. Tämä päätelmä koskee etenkin metsikkötunnusten normaaleja vaihtelualueita, joilta on käytettävissä riittävästi havain-toja systemaattisen virheen luotettavaksi toteamiseksi.

Vaihtelualueiden ääriolodoilla luotettavuus-tarkastelu antaa joissakin tapauksissa aihetta epäillä, että systemaattisen virheen mahdollisuus on olemassa. Kysymys on kuitenkin vain epäilystä, sillä aineiston vähäisyyden vuoksi virhe voi johtua sattumasta.

Koko maan mänty-(1), kuusi-(2) ja koivu-(3b) yhtälöt sekä Pohjois-Suomen mänty-yhtälöt (13, 14, 15) voivat antaa systemaattisesti liian korkeita kuutiokasvuprosentteja nuorehkoissa (25—45 v) ylitieissä metsiköissä, jos valtapitus on yli 10 m. Kun kuutiomäärän täytyy samanaikaisesti olla yli 100 m<sup>3</sup>/ha, ovat tällaiset tapaukset harvinaisia.

Vastaavaa virhevaaraa ei ole alueellisissa yhtälöissä, jotka on laadittu Etelä-Suomea, Pohjois-Pohjanmaa—Kainuuta ja Lappia varten, koska alueelliset yhtälöt perustuvat kasvun kannalta yhtenäisempiin olosuhteisiin. Kuitenkin täytyy mainita, että myös Pohjois-Pohjanmaa—Kainuun ja Lapin yhtälöissä on kuusikoiden ja männiköiden osalta vaara saada systemaattisesti liian korkeita kasvuprosentteja nuorehkoissa (alle 45 v) metsiköissä. Tämä pätee ensi sijassa ikään (T) ja kuutiomäärään (V) perustuviin yhtälöihin. Epävarmuus johtuu nimenomaan siitä, että havaintojen lukumäärä Pohjois-Suomen nuorehkoista metsiköistä on alhainen.

Liitteestä 2 todettavissa oleva virheen vaihtelu osoittaa, ettei yhtälöihin liity keskimäärin systemaattista virhettä. Virheen mahdollisuus näyttää olevan suhteellisen vähäinen varsinkin 5-vuotiskauden kasvuprosentin tavallisella vaihtelualueella, ts. kun kasvuprosentti on pienempi kuin 60. Mainittua korkeammilla kasvuprosenttiarvoilla, joita esiintyy käytännössä sängen harvoin, voidaan havaita suhteellisen suuriakin virheitä. Toisaalta on huomattava, että näin korkeita prosentteja esiintyy vain nuorissa metsiköissä (alle 30 v), joissa kuutiomäärä on pieni ja absoluuttisessa kuutiokasvussa mahdollisesti syntyvä virhe tästä syystä siedettävä.

Huomattakoon, että virhevaihtelu on pääfunktioilla (T,  $H_{dom}$ , V) pienempi ja satunnaisempi kuin muilla yhtälöillä. Ikään (T) ja kuutiomäärään (V) perustuvia yhtälöitä on testattu myös viidennen inventoinnin aineistolla (liite 2). Testaus jouduttiin rajoittamaan näihin yhtälöihin siitä syystä, että testiaineistosta puuttuvat valtapituutta koskevat tiedot (vrt. taulukko 3). Odotetusti tämä vertailu ei anna yhtä myönteistä tulosta kuin edellä selostettu tarkastelu. Syynä tähän on oletettavasti kolmannen ja viidennen inventoinnin aineistojen välinen systemaattinen ero (taulukko 1). Tästä syystä kyseiselle vertailulle ei voida antaa erityisempää painoa. Tulos on kuitenkin mielenkiintoinen siinä mielessä, että yleensäkin saadaan suurempi virhearvio silloin, kun vertailua suoritetaan rinnakkaisaineistoon (vrt. Strand 1968). Myös viimeksi mainittu vertailu osoittaa, että tavanomaisissa vaihtelurajoissa virhemahdollisuus on hyväksyttävää suuruusluokkaa. Todettakoon että korkeimpien prosenttien osalta ei virhe ole kovin paljon suurempi kuin omaan

laskentamateriaaliin verrattaessa. Myös tässä tapauksessa voidaan todeta satunnaisempi virhevaihtelu pääfunktioita testattaessa.

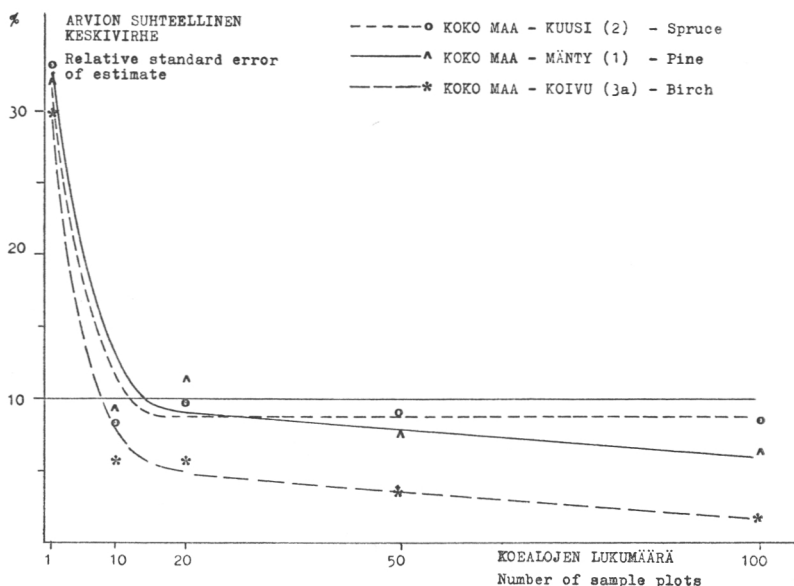
### 43. Yhtälöiden luotettavuus metsäalueen inventoinnissa

Käytännöllisen luotettavuustarkastelun lähtökohtana voidaan pitää sitä virhettä, joka syntyy yhden metsikön kuutiokasvuprosentin arvioinnissa. Luotettavuutta on mitattu laskemalla kunkin havainnon yhtälöllä lasketun ja mitatun kasvuprosentin eron suhteellinen suuruus lasketusta arvosta ja lopuksi laskemalla näiden lukujen hajonta (vrt. Vuokila 1960a). Jatkossa tätä hajontaa nimitetään arvion suhteelliseksi keskivirheeksi.

Eri yhtälöillä saatujen arvioiden suhteellista keskivirhettä esittää taulukko 6. Siinä on tiedot annettu paitsi koko aineistolle myös kolmelle ikäluokalle. Koska kysymyksessä on logaritminen yhtälö (vrt. Laasaenaaho 1976 s. 37), saataisiin likimain samat luvut kuin taulukossa 6 suoraan kertomalla taulukon 4 jäännöshajonnat ( $s_e$ ) luvulla 100. Samankaltaisuus on sitä tarkempi, mitä pienempi jäännöshajonta on. Nyt kysymyksessä olevassa vertailussa taulukosta 4 ilmikäyvät arvot jäävät kahta tapausta lukuunottamatta jonkin verran taulukossa 6 esitettyjä pienemmiksi, koska jäännöshajonta on suhteellisen suuri. Jos taulukon 4 lukujen sijalle asetetaan  $s_e = \sqrt{e^2 - 1}$ , saadaan parempi yhdenmukaisuus.

Käytettäessä esitettyjä yhtälöitä yhden metsikön kasvuprosentin arvioinnissa on taulukon 6 mukaan arvion suhteellinen keskivirhe puolajista riippumatta n. 30 %. Jos oletetaan, että edellä mainitut suhteelliset poikkeamat ovat satunnaisia ja noudattavat likipitään normaalijakaumaa, voidaan määrittellä luotettavuusrajat niin, että 32:ssa tapauksessa 100:sta on arvion suhteellinen keskivirhe yli 30 %. Vastaavasti 5:ssä tapauksessa 100:sta yli 60 %, ja harvinaisissa äärimmäistapauksissa voi siis syntyä jopa yli 90 %:n virhe.

Vaikka havaintojen lukumäärä vaihtelee eri luokissa, voitaneen todeta, että koivu-yhtälöiden antaman arvion suhteellinen keskivirhe kasvaa iän lisääntyessä. Kun vastaavasti kasvuprosentti pienenee puuston vanhenneudessa, arvion luotettavuus pysynee absoluuttisesti jokseenkin muuttumattomana kaikissa puuston kehitysvaiheissa.



Kuva 1. Koealojen lukumäärän vaikutus metsäalueen keskimääräisen kasvuprosenttiarvion suhteelliseen keskivirheeseen koko maan yhtälöitä sovellettaessa.

Figure 1. The relative error of estimate based on varying numbers of sample plots, when applying the functions for the whole country.

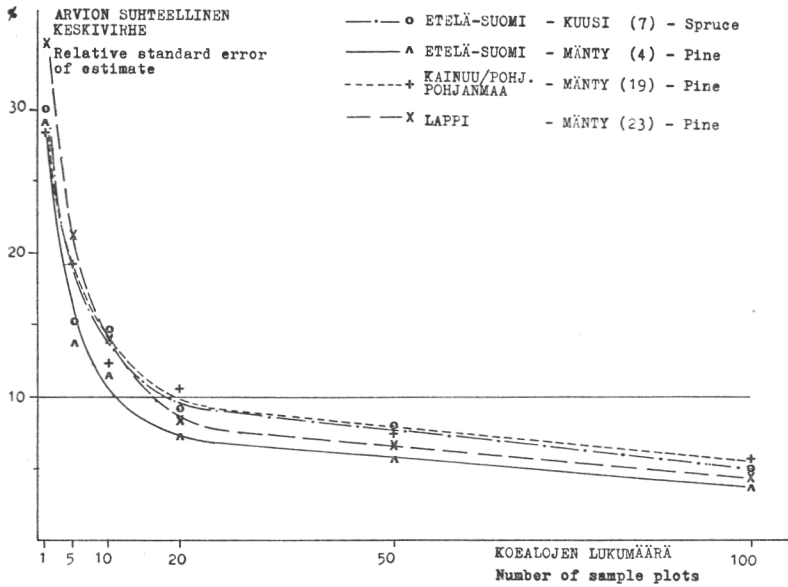
Lukuun ottamatta yhtälöitä 23 ja 24 suunta näyttää olevan se, että mänty-yhtälöt antavat ikäluokassa 46—80 v. tarkemman tuloksen kuin sitä nuoremmissa ja vanhemmissa ikäluokissa. Sama koskee kuusen koko maan ja Etelä-Suomen yhtälöitä. Pohjoissuomalaiset kuusiyhtälöt ovat nuorimmassa ikäluokassa luotettavimmat kuin vanhemmissa puustoissa. Kysymyksessä voi tosin olla sattuma, koska aineistoa on maan pohjoisosan nuorista kuusikoista niukasti. Sekä männyllä että kuusella koko Pohjois-Suomen yhtälöt ovat jonkin verran epätarkemmat kuin Etelä-Suomen. Tämä johtunee siitä, että Kainuu ja Pohjois-Pohjanmaa toisaalta ja Lappi toisaalta ovat kasvualueina toisistaan huomattavasti poikkeavia, mikä näkyy yhteisten yhtälöiden luotettavuustunnuksissa. Erityisesti Kainuun osalta on merkitystä sillä, että käytettävissä ovat omat alueelliset kasvuyhtälöt.

Yhtälöiden soveltaminen useita metsiköitä käsittävällä metsäalueella johtaa tarkempaan kasvuarvioon kuin yhdessä metsikössä, koska eri suuntiin vaikuttavat poikkeamat tasoittavat toisiaan. Metsäalueen inventoinnissa

tapahtuvan virheen suuruusluokan selvittämiseksi suoritettiin laskelmia kolmannen inventoinnin aineistosta.

Koko maan aineistosta valittiin sattumanvaraisesti kaikille kolmelle puulajille otoksia, joiden koko oli 10, 20, 50 tai 100 koealaa. Kullakin otoskoolla otanta toistettiin 11 kertaa. Kukin otos käsitti tietyn piirimetsälautakunnan tiedoston perättäiset koealat, koska näin saatiin aikaan likimain sama tilanne kuin käytännön inventoinneissa, joissa arvioitavat metsiköt sijaitsevat rinnan saman suppean alueen puitteissa. Kustakin otoksesta laskettiin mitattujen ja koko maan yhtälöllä laskettujen kasvuprosenttien keskiarvojen erotuksen ja laskettujen kasvuprosenttien keskiarvon suhde, jota käytettiin otoksen ennustevirheen mittana. Otoksoon vaikutusta ennustevirheeseen selvitettiin laskemalla kunkin otoksoon osalta edellä esitettyjen suhdelkujen hajonta, joka kuvaa käytännössä saavutettavaa tarkkuutta metsäalueen inventoinnissa.

Tulokset ovat nähtävissä kuvassa 1. Vertailun vuoksi kuvaan on merkitty myös yhden metsikön kasvuarvion suhteellinen keski-  
virhe. Kuvasta havaitaan edellä jo todettu



Kuva 2. Koealojen lukumäärän vaikutus metsäalueen keskimääräisen kasvuprosenttiarvion suhteelliseen keskivirheeseen osa-alueiden yhtälöitä sovellettaessa.

Figure 2. The relative error of estimate based on varying numbers of sample plots, when applying some of the functions for subareas.

seikka (ks. taulukko 6), että yhden koealan perusteella tehdyn arvion suhteellinen keskivirhe on noin 30 %. Kun koealoja on 10 kpl, keskivirhe putoaa alle 10 %:n. Koivulla arvion suhteellinen keskivirhe laskee kuvan 1 mukaan jyrkästi tämänkin jälkeen havaintojen lukumäärän lisääntyessä. Männyllä virhe pienenee huomattavasti hitaammin. Kuusella ei tapahdu kuvan 1 mukaan mainittavaa keskivirheen pienenemistä, vaikka lisätään havaintojen lukumäärää.

Kuvassa 1 esitetyt käyrät perustuvat kunkin otoskoon osalta vain 11 toistettuun otokseen. Vertailu perustuu sitä paitsi vain koko maata varten tarkoitettuihin ja siitä syystä keskimääräisiin yhtälöihin. Tämä näkyy ennen muuta kuusta esittävässä käyrässä, jonka poikkeuksellisen käyttäytymisen se samalla selittää. Kuvan perusteella voidaan joka tapauksessa todeta, että koko maata kuvaavilla yhtälöilläkin päästään käytännön metsänarvioimistehtävissä alle 10 %:n keskivirheeseen. Suhteellinen keskivirhe lienee 8—9 %:n luokkaa niillä koealamäärillä, joita käytännössä sovelletaan. Tämä merkitsee sitä, että 32:ssa tapauksessa 100:sta on arvion suhteel-

linen keskivirhe yli 8—9 %, ja 5:ssä tapauksessa 100:sta yli 16—18 %. Äärimmäistapauksissa virhe voi olla 25—30 %.

Vastaavia laskelmia on suoritettu myös Etelä-Suomen mänty- ja kuusiyhtälöillä sekä Lapin ja Pohjois-Pohjanmaa—Kainuun mänty-yhtälöillä. Nämä lienevät niitä, joita käytännössä tullaan lähinnä soveltamaan. Tulokset ovat nähtävissä kuvassa 2. Edellisestä poiketen kullakin otoskoolla otanta toistettiin 20 kertaa.

Kuva 2 täsmentää kuvan 1 antamaa käsitystä ja selvittää samalla sitä epäjohtonmukaisuutta, joka ilmeni koko maan kuusi- ja osaksi myös mänty-yhtälöiden luotettavuustarkastelussa. Kokeilla alueellisilla yhtälöillä arvion suhteellinen keskivirhe laskee alle 10 %:n 10—15 koealan aineistolla. Kasvuarvion keskivirhe on 50 koealan perusteella 7—8 % ja 100 koealalla 4—5 %. Havaintojen lukumäärän lisääntyessä saadaan yhä tarkentuva kasvuarvio.

Kaiken kaikkiaan yhtälöiden ja erityisesti alueellisten yhtälöiden antama kasvuarvion tarkkuutta on pidettävä käytäntöä ajatellen vähintäänkin tyydyttävänä. Kasvuarvio voi-

daan tosin saada tätä tarkemmaksi, jos otetaan kairauksin runsaasti kasvunäytteitä. Niinpä Nyysönen (1954) on arvioinut, että suoritettaessa yli 20 kairausta koalaa kohden päästään yksittäiskoalalla 5—6 %:n keskivirheeseen. Jos kairauksen lukumäärä alennetaan esim. alle viiden, suhteellinen keskivirhe kasvaa kuitenkin huomattavasti (Nyysönen 1951, 1954 s. 158). Käytännössä ei kairauksia yleensä voida suorittaa juuri tätä enempää. Lisäksi on huomattava, että kairaus on taannehtiva ja että käytännössä menneen kauden kasvu voi poiketa huomattavasti tulevan kauden kasvusta, mistä kuitenkin ollaan lähinnä kiinnostuneita. Yhtälöt ovat sitä vastoin tarkoitettuja ennustamiseen ja antavat keskimääräisilmastoa vastaavan kasvuarvion. Suurten alueiden kasvun arvioinnissa kestokoaloja käytettäessä Nyysönen (1968) toteaa keskikasvun keskivirheen vaihtelevan 2,3 %:sta 4 %:iin. Koalojen lukumäärä on tällöin ollut huomattavasti suurempi kuin kuvassa 2 esitetyssä äärimmäistapauksessa (100 kpl). Toisen vertailukohdan tarjoavat Mäkišen (1964) tutkimukset. Yhtenäisessä koala-arvioinnissa kolmen aarin koaloin, kairattujen koepuiden lukumäärän ollessa koalaa kohden huomattavasti alle 10, tarvitaan Mäkišen mukaan yli 40 koalaa, jotta keskivirhe laskisi alle 10 %:n, ja 174 koalaa 5 %:n keskivirheen saavuttamiseen.

Tähän mennessä ovat olleet käytettävissä Ilvessalon (1948) kasvunlaskentataulukoihin liittyvät likimääräisprosentit ja viidennen inventoinnin tuloksista lasketut keskimääräiset kasvuprosentit (Rajala 1970, Kohmo 1972) suurten alueiden hakkuulaskelmien valmistamista varten. Liitteessä 1 esitettyjen taulukoiden kasvuprosenttiarvot ovat systemaattisesti korkeampia kuin Ilvessalon esittämät arvot. Suurin ero on nuorissa metsiköissä (alle 40 vuotta), missä se voi tulevalle 5-vuotiskaudelle laskettuna olla 10—20 %-yksikköä. Ero pienenee iän lisääntyessä ja on yleensä 3—5 %-yksikköä. Viidennen inventoinnin sarjat antavat likimain samat kasvuprosentit kuin tässä tutkimuksessa, jos metsikön ikä on yli 40 vuotta. Tämä koskee kaikkia puulajeja ja alueita, paitsi Pohjois-Pohjanmaata ja Kainuuta, joille liitteessä esitetyt prosentit ovat systemaattisesti hiukan korkeampia kuin Kohmon (1972) tutkimuksessa. Alle 40 vuotta vanhoissa metsiköissä viidennen in-

ventoinnin lukusarjat antavat jopa 10 %-yksikköä pienempiä kasvuprosentteja. Korostettakoon, että esitetty vertailu on suurpiirteinen ja vain suuntaa-antava mm. siksi, että sarjoissa on käytetty eri prosenttikäsitteitä. Viidennen inventoinnin prosentit ovat diskonttoprosentteja ja tässä tutkimuksessa esitetyt taas ennusteihin tarkoitettuja rabattiprosentteja.

Alueellisia taulukoita käytettäessä ei voida sulkea pois sitä mahdollisuutta, että puuston maantieteellinen sijainti vaikuttaa kasvuprosentin suuruuteen käyttöalueen sisällä (vrt. Kusuela 1977). Tässä yhteydessä on syytä korostaa, että pääyhtälöitä käytettäessä, joissa valtapituus on mukana, voidaan luotettavuutta parantaa myös tässä mielessä.

#### 44. Mittausvirheiden merkitys

Tarkin kasvuprosentin arvio saadaan luonnollisesti silloin, kun metsikön ikä, kuutiomäärä tai pohjapinta-ala ja valtapituus on määritetty oikein. Yhtälöiden luotettavuutta tarkasteltaessa tehtiin myös osittaisderivaattojen avulla laskelmia siitä, kuinka suuri virhe aiheutuu em. tunnusten epätarkasta määrittämisestä. Tarkastelu suoritettiin selittävien muuttujien koko vaihtelualueilla. Koko maan pääyhtälöt (T,  $H_{dom}$ , V) sekä Pohjois- ja Etelä-Suomen yhtälöt olivat ensi sijassa tarkasteltavina.

Lyhyesti voidaan todeta kaikkia em. yhtälöitä yhteisesti tarkastelemalla, että 10 %:n samanaikainen mittausvirhe kaikissa yhtälöön sisältyvien metsikkötunnusten arvoissa aiheuttaa kasvuprosenttiin enintään n. 15 %:n virheen. Tästä on ikätunnuksen osuus n. 10 % sekä kuutiomäärän ja valtapituuden kummankin n. 2,5 %. Kasvuennusteen luotettavuuden kannalta on siten ensiarvoisen tärkeää, että puuston ikä määritetään mahdollisimman tarkasti. Toisaalta on huomattava, että eri muuttujien mittausvirheet eivät toki välttämättä vaikuta samansuuntaisesti, vaan ne voivat yhtä hyvin eliminoida toisiaan.

Yksityiskohtaisessa tarkastelussa on todettu, että Etelä-Suomen yhtälöitä (4, 7, 10) sovellettaessa 10 %:n virhe iän määrittämisessä johtaa 8—9 %:n virheeseen kasvuprosentissa. Pohjoissuomalaisen yhtälöiden (13, 16) osalta vastaava kasvuprosentin virhe on hieman suurempi, 11—14 %. Koko maan yhtälöillä (1, 2, 3a) iän 10 %:n mittausvirhe aiheuttaa samansuuruisen virheen kasvuprosenttiin. Muuttujien vaihdella riippuu kasvuprosentin virhe mm. siitä, missä matemaattisessa muodossa muutuja on yhtälössä. Iän määrittämisvirheen merkitys vähenee yleensä puuston vanhetessa. Poikkeuksen muodostavat yhtälöt 1 (koko maa) ja 4 (Etelä-Suomi), joissa iän määrittämisessä syntyvän virheen merkitys on likimain vakio kaikenikäisissä metsiköissä.

Jos valtapituuden ja kuutiomäärän määrittämisessä syntyy 10 %:n virhe, kasvuprosentin virhe kohoaa lievästi valtapituuden ja kuutiomäärän lisääntyessä riippumatta siitä, vaihteleeiko ikä samanaikaisesti vai ei. Ainoan poikkeuksen tekee Pohjois-Suomen yhtälö 16.



Johtuen mm. yhtälöiden rakenteellisesta samankaltaisuudesta ja kertoimien suuruudesta edellä esitetty tarkastelu kuvastanee kaikkien esitettävien yhtälöiden luotettavuutta.

Jos tarkastellaan absoluuttisten mittausvirheiden (1 vuosi, 1 metri ja 1 m<sup>3</sup>/ha) merkitystä kasvuprosenttiarvioon, saadaan jonkin verran edellisestä poikkeava kuva. Yhden m<sup>3</sup>:n virhe merkitsee vähän sekä absoluuttisesti (0,6 %-yksikköä) että suhteellisesti (alle 0,6 %). Virhe pienenee sitä paitsi kuutiomäärän lisääntyessä. Valtapituudesta kysymyksen ollen merkitsee yhden metrin mittausvirhe enemmän nuorissa metsi-

köissä (alle 10 m). Keskimäärin absoluuttinen virhe on 2—3 %-yksikköä, joka vastaa 1,5—3 % suhteellisesti n. 10 m:n valtapituusvaiheessa. Absoluuttinen virhe laskee alle yhden %-yksikön 14 m:n valtapituudella. Suhteellinen virhe pienenee hitaammin valtapituuden lisääntyessä.

Jos sitä vastoin ikä arvioidaan yhden vuoden verran virheellisesti 20-vuotisessa puustossa, kasvuprosenttiarvioon syntyy 5—15 %-yksikön virhe. Sekä suhteellinen että absoluuttinen virhe laskevat nopeasti iän lisääntyessä ja ovat 60 vuoden iällä vain n. 0,5 %-yksikköä ja 1,5—2 %.

## 5. SOVELTAMINEN KÄYTÄNNÖSSÄ

Tässä tutkimuksessa on pyritty kehittämään sellaiset kasvuyhtälöt, jotka ovat käytökelpoisia erityisesti metsätalouden suunnitteluun tai muuhun vastaavaan tehtävään liittyvässä kasvun ennustamisessa. Tästä syystä yhtälöt perustuvat yksinkertaisiin metsikkötunnuksiin (ikä, valtapituus ja kuutiomäärä tai pohjapinta-ala). Yhtälöt antavat metsikön tulevan 5-vuotiskauden kuutiokasvuprosentin kuotineen korjattuna vastaamaan ko. maantieteellisen alueen keskimääräistä ilmastoa.

Yhtälöt eivät edellytä kasvun kairausta. Näin ollen ne tulevat yksinkertaistamaan, nopeuttamaan ja halventamaan maastotoita. Kasvuarvio saadaan ilman lisämittauksia, eikä puuston terveystilaa vaaranneta.

Tutkimuksessa on käytetty sellaisia aineistoja, jotka edustavat nykymetsiä mahdollisimman hyvin. Yhtälöt nojautuvat näet valtakunnan metsien inventointien aineistoihin. Kaikki kasvatuskelpoisten metsiköiden kehitysluokat ovat mukana aineistoissa (ks. 2. Tutkimusaineisto).

Yhtälöiden taustana olevien aineistojen vaihtelurajat on esitetty taulukossa 3. Näitä rajoja ei yhtälöitä sovellettaessa tulisi ylittää. Sitä paitsi eräät yhtälöissä käytetyt logaritmuunnokset edellyttävät, että ikä ei saa ylittää männiköiden osalta 295 v, eikä kuusikoissa 235 v. Lisäksi on männiköissä kuutiomäärän yläraja 390 m<sup>3</sup>/ha. Liitteessä 1 on esitetty käytäntöä ajatellen ikään ja kuutiomäärään perustuvilla alueellisilla yhtälöillä saatavat arvot. Näistä taulukoista saadaan myös suurpiirteiset arvot ikään ja kuutiomäärään perustuvien yhtälöiden sovellutusrajoille. Pääyhtälöillä saavutettavia lukuarvoja ei ole taulukoitu niiden vaatiman suuren tilan vuoksi.

Tietokoneella taulukointi on kuitenkin helppoa. Yhtälöiden käyttäminen sellaisenaankin on suhteellisen helppoa, jos käytettävissä on laskin, joka kykenee luonnollisten logaritmien ja desimaalipotenssien laskentaan. Esitetyissä yhtälöissä on logaritmuunnoksesta aiheutuva korjaus jo otettu huomioon.

Yhtälöitä ei ole toistaiseksi kokeiltu käytännössä, eikä niitä ole tarkoitettu pitkän ajan kasvuennusteiden tekoon.

Esitetyt yhtälöt eivät sisällä metsikkötunusten normaaleilla vaihtelualueilla selviä systemaattisia virheitä. Systemaattisten virheiden tarkastelun perusteella vaikuttaa perustellulta, että käytännössä sovellettaisiin mieluummin kullekin alueelle laadittuja omia yhtälöitä. Valtakunnallisia yhtälöitä on syytä käyttää silloin, kun on kysymys todella koko maan peittävästä selvityksestä ja kun halutaan yksinkertaistaa laskentaa mahdollisimman paljon. Koivuyhtälöitä 3a ja 3b on kenties mahdollista soveltaa koko maan alueella. On kuitenkin syytä korostaa, että Pohjois-Pohjanmaata ja Kainuuta sekä Lappia varten laadituissa alueellisissa yhtälöissä on mahdollista päätyä kasvuprosentin yliarviointiin silloin, kun metsikön ikä on alle 45 vuotta.

Hyvin hoidettujen metsiköiden puuston kasvukyky tulee todennäköisesti aliarvioiduksi. Nimenomaan hoidettuja metsiköitä varten on olemassa yhtälöitä, jotka soveltuvat nyt julkaistavia paremmin ko. tehtävään.

Yhtälöt soveltuvat parhaiten metsäalueen puuston kasvuennusteen laskentaan. Taustana olevan aineiston perusteella arvion keski-  
virhe on tällöin 68 tapauksessa 100:sta alle 5 %, kun koalojen lukumäärä on 100 kpl. Vastaavasti vain 5 tapauksessa 100:sta virhe

on suurempi kuin 10 %. Äärimmäistapauksissa virhe voi olla n. 15 %. Tällöin oletetaan, että nykymetsät eivät rakenteellisesti poikkea olennaisesti 1950-luvun metsistä.

Lisäksi voidaan päätellä, että 68 %:n todennäköisyydellä tarvitaan 10—15 koelaa suhteellisen keskivirheen pysyttämiseksi 10 %:n virherajan alapuolelle.

Yhtälöitä voidaan käyttää myös yhden metsikön kasvun ennustamiseen. Tällöin on kuitenkin muistettava, että kasvuprosenttiarvion suhteellinen keskivirhe on 68 % todennäköisyydellä 30 %:n luokkaa. Tämä merkitsee sitä, että harvinaisissa äärimmäistapauksissa voi syntyä yli 90 %:n virhe.

Paras kasvuprosentin arvio saadaan, kun metsikkötunnukset on määritetty mahdollisimman tarkoin. Voidaan päätellä, että 10 %:n samanaikainen mittausvirhe kaikkien yhtälöön sisältyvien metsikkötunnusten arvioinnissa aiheuttaa kasvuprosenttiin n. 15 %:n virheen. Tästä on iän osuus n. 10 % sekä kuutiomäärän ja valtapituuden kummankin n.

2,5 %. Kuitenkin on muistettava, että eri muuttujien mittausvirheet eivät välttämättä vaikuta samansuuntaisesti, vaan ne voivat eliminoida toisiaan.

Yhden yksikön absoluuttinen mittausvirhe merkitsee enimmänsä iän (1 vuosi) arvioinnissa ja vaikuttaa enimmänsä absoluuttisesti, 5—15 %-yksikköä, kasvuprosenttiarvioon nuorissa metsiköissä. Absoluuttinen virhe laskee kuitenkin nopeasti iän lisäilyssä.

Yhtälöt ovat osoittautuneet tarkkuudeltaan niin hyväksi, että niitä voidaan käyttää alueellisten kasvu- ja tuotostaulukoiden laadintaan. Tällaisia keskimääräistasolla liikkuvia taulukoita kaivataan erityisesti Pohjois-Suomessa. Tutkimuksia nyt julkaistavien yhtälöiden kehittämiseksi tullaan jatkamaan. Yhtälöiden tarkkuus paranee varsinkin sen jälkeen, kun käytettävissä on tuloksia parhaillaan perustettavina olevilta kestokoaloilta, jotka on valittu valtakunnan metsien inventoinnin aineistosta alaotoksena.

## KIRJALLISUUS

- HÄNNINEN, T. 1974. Harvennusemetsien puustoisuus ja hakkuumahdollisuudet Suomen eteläpuoliskossa. Summary: The stocking and cutting possibilities in the thinning and accretion forests in the southern half of Finland. *Folia For.* 208: 1—32.
- ILVESSALO, Y. 1948. Pystypuiden kuutioimis- ja kasvunlaskentataulukot 148 s. Helsinki. Tapio.
- » 1951. III valtakunnan metsien arviointi. Suunnitelma ja maastotyön ohjeet. Summary: Third National Survey of the forest of Finland. Plan and instructions for field work. *Commun. Inst. For. Fenn.* 39 (3): 1—67.
- JENSEN, C. E. 1973. Matchacurve-3: Multiple-component and multidimensional mathematical models for natural resource studies. *USDA For. Serv. Res. Pap. INT-146:* 1—42.
- » & HOMEYER, J. W. 1970. Matchacurve-1 for algebraic transforms to describe sigmoid- or bell-shaped curves. *USDA For. Serv., Intermt. For. & Range Exp. Stn.* 1970: 1—22.
- » & HOMEYER, J. W. 1971. Matchacurve-2 for algebraic transforms to describe curves of the class  $X^n$ . *USDA For. Serv. Res. Pap. INT-106:* 1—39.
- KILKKI, P & SIITONEN, M. 1975. Metsikön puuston simulointimenetelmä ja simuloituun aineistoon perustuvien puustotunnusmallien laskenta. Summary: Simulation of artificial stands and derivation of growing stock models from this material. *Acta For. Fenn.* 145: 1—33.
- » , KUUSELA, K. & SIITONEN, M. 1977. Puuntuotanto-ohjelmat Etelä-Suomen piirimetsälautakuntien alueille. Summary: Timber production programs for the forestry board districts of Southern Finland. *Folia For.* 307: 1—61.
- KOHMO, I. 1972. Nykymetsiköiden kasvuprosentti Suomen pohjoispuoliskossa vuosina 1969—70. *Folia For.* 163: 1—15.
- KOIVISTO, P. 1970. Regionality of forest growth in Finland. *Seloste: Metsän kasvun alueellisuus Suomessa.* *Commun. Inst. For. Fenn.* 72 (2): 1—76.
- KOZAK, A. 1976. Notes on regression and correlation analyses as important tools in forest research. Paper prepared for the XVI IUFRO World Congress, 1976: 1—6.
- KUUSELA, K. 1977. Suomen metsien kasvu ja puutavaralajirakenne sekä niiden alueellisuus vuosina 1970—1976. Summary: Increment and timber assortment structure and their regionality of the forests of Finland in 1970—1976. *Folia For.* 320: 1—31.
- » & KILKKI, P. 1963. Multiple regression of increment percentage on other characteristics in Scotch-Pine stands. *Seloste: Kasvuprosentti ja muiden metsikkötunnusten välinen yhteiskorrelaatio männiköissä.* *Acta For. Fenn.* 75: 1—40.
- » & SALMINEN, S. 1969. The 5th National Forest Inventory in Finland. General design, instructions for field work and data processing. *Commun. Inst. For. Fenn.* 69 (4): 1—72.

- LAASASENAHO, J. 1976. Männyn, kuusen ja koivun kuutioimisyyhtälöt. 109 s. Helsingin yliopiston metsänarvioimistieteen lisensiaattityö.
- MIELIKÄINEN, K. 1975. Männiköiden ja kuusikoiden kuutiokasvuyhtälöt ja niiden laadinta. 103 s. Helsingin yliopiston metsänarvioimistieteen laitos.
- » 1976. Metsikön kasvun arvioiminen. *Metsä ja Puu* 4: 12—14.
- MÄKINEN, V. O. 1964. Yhtenäinen ja metsälöittäimen arviointi metsäalueen inventointimenetelmänä. Summary: Uniform survey and survey by holdings as methods of forest inventory. *Commun. Inst. For. Fenn.* 58 (2): 1—129.
- NAKARI, L. 1971. Kuutiokasvuyhtälöt. 39 s. Helsingin yliopiston metsänarvioimistieteen laitos.
- NYSSÖNEN, A. 1951. Havaintoja metsikön kasvun arvioimistavoista. *Erip. Metsätal. Aikakausl.* 6: 1—3.
- » 1954. Hakkauksilla käsiteltyjen männiköiden rakenteesta ja kehityksestä. Summary: On the structure and development of Finnish pine stands treated with different cuttings. *Acta For. Fenn.* 60 (4): 1—194.
- » 1968. Pysyvät koealat metsän inventoinneissa. *Erip. Metsätal. Aikakausl.* 2: 1—3.
- RAJALA, J. 1970. Nykymetsiköiden kasvuprosentti Suomen eteläpuoliskossa vuosina 1964—68. *Folia For.* 95: 1—28.
- SARAMÄKI, J. 1977. Ojitettujen 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.
- STRAND, L. 1968. Skogbrukets produktionslära. Forelesningsnotat. 88 s. Vollebakk, Norges landbrukshögskole.
- VUOKILA, Y. 1960a. Lehtikuusen kuutioimisyyhtälöt ja -taulukot. Summary: Tree volume functions and tables for larch. *Commun. Inst. For. Fenn.* 51 (10): 1—89.
- » 1960b. Siperialaisten lehtikuusikoiden kehityksestä ja merkityksestä maamme metsätaloudessa. Summary: On development of Siperian larch stand and their importance to forestry in Finland. *Commun. Inst. For. Fenn.* 52 (5): 1—111.
- » 1965. Functions for variable density yield tables of pine based on temporary sample plots. Seloste: Tilapäiskoealoihin perustuvat yhtälöt männyn kasvu- ja tuottotaulukoita varten. *Commun. Inst. For. Fenn.* 60 (4): 1—86.
- » 1976. Pystypuun kairaus vikojen aiheuttajana. Summary: The borings of standing trees as a source of defects. *Folia For.* 282: 1—11.

Taulukko 1. Keskimääräiset 5-vuotiskausien kuutiokasvuprosentit ja keskikuutiomäärät kahden inventoinnin aineistoista laskettuina.

Table 1. 5-year mean volume increment percentages and volumes calculated from the two inventory materials

Inventointi n:o National Forest Inventory no.	Ikäluokka, v Age class, years									Keski- arvo Mean
	- 39	40 - 59	60 - 79	80 - 99	100-119	120-139	140-159	160-179	180 +	
	Kasvuprosentti - Increment percentage (Kuutiomäärä m <sup>3</sup> /ha) - (volume m <sup>3</sup> /ha)									
	Mänty - Pine									
III	79,5 (48,3)	35,2 (76,1)	24,3 (80,8)	18,4 (87,9)	15,6 (82,5)	11,9 (74,8)	10,3 (67,5)	8,9 (61,9)	8,0 (72,7)	23,4 (77,5)
V	108,0 (36,2)	40,5 (73,6)	23,6 (90,3)	16,8 (99,5)	14,1 (100,0)	11,0 (81,9)	7,9 (115,5)	8,2 (76,0)	5,3 (90,0)	31,8 (85,1)
	Kuusi - Spruce									
III	80,1 (48,8)	39,6 (79,6)	30,6 (92,4)	22,6 (87,5)	19,7 (88,4)	15,5 (80,6)	12,4 (62,5)	11,8 (64,2)	9,6 (63,8)	28,2 (81,5)
V	136,4 (42,8)	44,0 (89,4)	26,1 (125,2)	19,6 (128,4)	18,4 (107,8)	12,6 (107,5)	9,8 (92,7)	6,6 (128,6)	6,8 (80,0)	33,2 (107,0)
	Koivu - Birch									
III	75,1 (56,6)	36,8 (70,8)	33,0 (72,1)	20,5 (68,0)	16,7 (66,7)	14,0 (44,0)	9,7 (48,6)	12,7 (30,0)	-	33,3 (67,6)
V	60,9 (72,8)	29,8 (116,5)	21,6 (122,6)	22,7 (133,3)	9,6 (140,0)	5,4 (20,0)	-	-	-	32,9 (109,6)

Taulukko 2. Tutkimusaineisto.

Table 2. Research material.

Inventointi n:o National Forest Inventory no.	Etelä-Suomi Southern Finland			Pohjois-Suomi Northern Finland			Koko maa Whole country		
	Mänty Pine	Kuusi Spruce	Koivu Birch	Mänty Pine	Kuusi Spruce	Koivu Birch	Mänty Pine	Kuusi Spruce	Koivu Birch
	Koealojen lukumäärä - Number of sample plots								
III	728	867	174	898	542	112	1626	1409	286
V	553	480	58	321	151	10	874	631	68

Taulukko 3. Eräiden metsikkötunnusten vaihtelualueet ja keskiarvot tutkimus-  
aineistoissa.

Table 3. The variation ranges and the means of some stand variables in the  
research material.

Inventointi n:o National Forest Inventory no.	Ikä, v Age, years	Valta- pituus, m Dominant height, m	Kuutio- määrä, m <sup>3</sup> /ha Volume, m <sup>3</sup> /ha	Pohjapinta- ala, m <sup>2</sup> /ha Basal area, m <sup>2</sup> /ha
		Vaihtelualue (keskiarvo)	Range (mean)	
		Mänty - Pine		
III	15 - 295 (91,1)	4,5 - 26,2 (14,6)	2,2 - 389,2 (77,5)	0,8 - 35,1 (11,3)
V	17 - 259 (80,1)	-	1,4 - 332,2 (85,1)	0,9 - 34,8 (13,0)
		Kuusi - Spruce		
III	20 - 235 (87,8)	6,6 - 25,6 (15,3)	6,9 - 357,4 (81,5)	2,6 - 35,2 (12,2)
V	18 - 244 (80,7)	-	2,2 - 286,0 (107,0)	1,1 - 32,8 (31,7)
		Koivu - Birch		
III	20 - 175 (68,2)	4,0 - 23,8 (14,3)	5,0 - 219,4 (67,6)	1,8 - 26,8 (10,8)
V	19 - 122 (58,2)	-	5,9 - 247,2 (109,6)	2,1 - 31,7 (29,6)

Taulukko 4. Yhtälöiden yleinen tilastotematattinen kuvaus

Table 4. General statistical characteristics of the functions

Yhtälö n:o Function no.	Käyttöalue Area of application	Selitys- aste,% 100 R <sup>2</sup> , %	Σ Selitettävä- hajonta s <sub>y</sub> Total std. deviation	Σ Jäännös- hajonta s <sub>e</sub> Residual dev.	Σ Selitettävän muuttujan keskiarvo Mean of dep. variable	Havaintojen lukumäärä Number of observations
			Mänty - Pine			
1.	Koko maa	75,2	,63983	,31854	2,92514	1626
4.	E - Suomi	71,2	,54515	,29311	3,15294	728
5.	"	70,6	,54515	,29590	3,15294	728
6.	"	69,6	,54515	,29888	3,15294	728
13.	P - Suomi	73,7	,65152	,33464	2,74049	898
14.	"	73,6	,65152	,33558	2,74049	898
15.	"	72,7	,65152	,34076	2,74049	898
19.	Kainuu	75,9	,57888	,28473	3,03418	391
20.	"	74,8	,57888	,29100	3,03418	391
23.	Lappi	69,3	,61330	,34054	2,51399	507
24.	"	69,0	,61330	,34154	2,51399	507
			Kuusi - Spruce			
2.	Koko maa	70,4	,60058	,32697	3,15536	1409
7.	E - Suomi	66,7	,51932	,29965	3,37108	867
8.	"	66,9	,51932	,29931	3,37108	867
9.	"	66,0	,51932	,30304	3,37108	867
16.	P - Suomi	64,0	,55958	,33642	2,81031	542
17.	"	63,7	,55958	,33742	2,81031	542
18.	"	63,5	,55958	,33844	2,81031	542
21.	Kainuu	73,3	,52781	,27342	3,04774	276
22.	"	73,6	,52781	,27183	3,04774	276
25.	Lappi	42,6	,48012	,36501	2,56395	266
26.	"	41,5	,48012	,36849	2,56395	266
			Koivu - Birch			
3a.	Koko maa	77,6	,57576	,27410	3,32850	286
3b.	"	76,2	,57576	,28148	3,32850	286
10.	E - Suomi	74,6	,50065	,25390	3,53684	174
11.	"	74,0	,50065	,25672	3,53684	174
12.	"	71,4	,50065	,26919	3,53684	174

\*) logaritminen yksikkö

logarithmic unit

Taulukko 5a. Männikköyhtälöiden selittävien muuttujien merkitsevyys.

Table 5a. Significance of the different independent variables in the pine functions.

Muuttuja	Regressio- kerroin	Kertoimen suhteellinen keskivirhe	t-arvo	Muuttuja	Regressio- kerroin	Kertoimen suhteellinen keskivirhe	t-arvo
Variable	Regression coeff.	Relative standar error of coeff.	t-value	Variable	Regression coeff.	Relative standar error of coeff.	t-value
Yhtälö 1. - Function 1.				Yhtälö 4. - Function 4.			
vakio-constant	2,72359	-	-	vakio-constant	2,90795	-	-
$5,69-\ln T$	1,02982	1,64	61,14	$[5,69-\ln T]^{0,90}$	1,05986	3,58	27,91
$[\ln (V H_{dom})]^{1,50}$	- 0,06296	3,73	- 26,76	$[\ln (V H_{dom})]^{1,50}$	- 0,07100	5,11	- 19,58
Yhtälö 5. - Function 5.				Yhtälö 6. - Function 6.			
vakio	1,59427	-	-	vakio	2,39266	-	-
$[5,69-\ln T]^{1,25}$	0,68384	3,32	30,16	$[\ln T]^{0,60}$	1,91365	3,41	29,35
$[5,97-\ln V]^{1,55}$	0,15543	5,33	18,76	$\ln (G H_{dom})$	- 0,33499	5,30	- 18,87
Yhtälö 13. - Function 13.				Yhtälö 14. - Function 14.			
vakio	2,77716	-	-	vakio	1,48216	-	-
$[5,69-\ln T]^{1,25}$	0,84866	2,40	41,60	$[5,69-\ln T]^{1,40}$	0,79884	3,69	27,11
$[\ln (V H_{dom})]^{1,50}$	- 0,05750	5,93	- 16,84	$[5,69-\ln T]^{4,50}$	- 0,00723	38,49	- 2,60
				$[5,97-\ln V]^{1,55}$	0,12236	6,15	16,27
Yhtälö 15. - Function 15.				Yhtälö 19. - Function 19.			
vakio	2,55745	-	-	vakio	3,64549	-	-
$[5,69-\ln T]^{1,20}$	0,90981	2,36	42,35	$[5,69-\ln T]^{1,25}$	0,62500	5,22	19,15
$[\ln (G H_{dom})]^{1,50}$	- 0,07761	6,37	- 15,70	$[\ln (V H_{dom})]^{1,50}$	- 0,08320	5,48	- 18,24
Yhtälö 20. - Function 20.				Yhtälö 23. - Function 23.			
vakio	1,77803	-	-	vakio	2,73340	-	-
$[5,69-\ln T]^{1,40}$	0,54257	5,22	19,16	$[5,69-\ln T]^{1,25}$	0,81442	3,84	25,99
$[5,97-\ln V]^{1,55}$	0,16992	5,86	17,07	$[\ln (V H_{dom})]^{1,50}$	- 0,05720	8,93	- 11,19
Yhtälö 24. - Function 24.							
vakio	1,49881	-	-				
$[5,69-\ln T]^{1,40}$	0,72825	3,88	25,75				
$[5,97-\ln V]^{1,55}$	0,11238	9,31	10,74				

Taulukko 5b. Kuusikkoyhtälöiden selittävien muuttujien merkitsevyys.

Table 5b. Significance of the different independent variables in the spruce functions.

Muuttuja Variable	Regressio- kerroin Regression coeff.	Kertoimen suhteellinen keskivirhe Relative standar error of coeff.	t-arvo t-value	Muuttuja Variable	Regressio- kerroin Regression coeff.	Kertoimen suhteellinen virhe Relative standar error of coeff.	t-arvo t-value
Yhtälö 2. - Function 2.				Yhtälö 7. - Function 7.			
vakio-constant	10,80823	-	-	vakio-constant	9,20777	-	-
$[\ln T]^{0,65}$	-2,71727	1,86	-53,49	$[\ln T]^{0,65}$	-1,99553	4,07	-24,55
$[\ln (V H_{dom})]^{3,00}$	-0,00164	4,68	-21,30	$[\ln (V H_{dom})]^{3,00}$	-0,00216	4,37	-22,88
Yhtälö 8. - Function 8.				Yhtälö 9. - Function 9.			
vakio	9,45670	-	-	vakio	3,12036	-	-
$[\ln T]^{0,80}$	-1,31769	4,04	-24,78	$[\ln T]^{1,10}$	0,71152	4,03	24,80
$[\ln V]^{0,90}$	-0,52557	4,35	-23,01	$[\ln (G H_{dom})]^{3,00}$	-0,00499	4,52	-22,16
Yhtälö 16. - Function 16.				Yhtälö 17. - Function 17.			
vakio	12,79899	-	-	vakio	9,30924	-	-
$[\ln T]^{0,65}$	-3,22716	3,58	-27,90	$\ln T$	-1,23072	3,58	-27,90
$\ln (V H_{dom})$	-0,16904	11,98	-8,35	$[\ln V]^{1,30}$	-0,10872	12,11	-8,26
Yhtälö 18. - Function 18.				Yhtälö 21. - Function 21.			
vakio	2,57758	-	-	vakio	12,16770	-	-
$[\ln T]^{1,10}$	1,15340	3,56	28,09	$[\ln T]^{0,65}$	-2,68005	5,54	-18,05
$[\ln (G H_{dom})]^{1,50}$	-0,05744	12,94	-7,73	$\ln (V H_{dom})$	-0,28188	8,73	-11,45
Yhtälö 22. - Function 22.				Yhtälö 25. - Function 25.			
vakio	8,95455	-	-	vakio	11,27098	-	-
$\ln T$	-1,03789	5,45	-18,35	$[\ln T]^{0,65}$	-2,75520	8,44	-11,84
$[\ln T]^{1,30}$	-0,18069	8,53	-11,72	$\ln (V H_{dom})$	-0,14934	22,93	-4,36
Yhtälö 26. - Function 26.							
vakio	8,20669	-	-				
$\ln T$	-1,04671	8,39	-11,92				
$[\ln V]^{1,30}$	-0,08691	26,51	-3,77				

Taulukko 5c. Koivikkoyhtälöiden selittävien muuttujien merkitsevyys.

Table 5c. Significance of the different independent variables in the birch functions.

Muuttuja	Regressio- kerroin	Kertoimen suhteellinen keskivirhe	t-arvo	Muuttuja	Regressio- kerroin	Kertoimen suhteellinen keskivirhe	t-arvo
Variable	Regression coeff.	Relative standar error of coeff.	t-value	Variable	Regression coeff.	Relative standar error of coeff.	t-value
Yhtälö 3a. - Function 3a.				Yhtälö 3b. - Function 3b.			
vakio-constant	9,24377	-	-	vakio-constant	11,85962	-	-
$[\ln T]^{0,60}$	- 3,28948	3,39	- 29,51	$[\ln T]^{0,60}$	- 3,26896	3,50	- 28,55
$\ln (V H_{dom})$	0,74753	24,64	4,06	$\ln V$	- 0,21898	11,90	- 8,41
$[\ln (V H_{dom})]^{2,00}$	- 0,07086	20,40	- 4,90				
Yhtälö 10. - Function 10.				Yhtälö 11. - Function 11.			
vakio	10,62296	-	-	vakio	11,13339	-	-
$[\ln T]^{0,60}$	- 2,50830	8,10	- 12,34	$[\ln T]^{0,60}$	- 2,66489	7,43	- 13,45
$[\ln (V H_{dom})]^{1,50}$	- 0,07567	10,66	- 9,38	$\ln V$	- 0,36693	11,02	- 9,08
Yhtälö 12. - Function 12.							
vakio	7,80347	-	-				
$[\ln T]^{1,20}$	- 0,60329	7,66	- 13,05				
$[\ln (G H_{dom})]^{1,50}$	- 0,09984	14,34	- 8,03				



Taulukko 6. Metsikön kasvuarvion suhteellinen keskirvirhe ja sen iänmukainen vaihtelu.

Table.6. Relative standard error of estimate and its variation according to stand age.

Yhtälö n:o	Käyttöalue	* Arvion suhteellinen keskirvirhe, % Relative standard error of estimate, %						
		Ikäluokka - 45v	n	Ikäluokka 46 - 80v	n	Ikäluokka 81v +	n	Kaikkiaan In all
Mänty - Pine								
1.	Koko maa	33,2	205	28,6	624	34,1	797	32,0
4.	E - Suomi	31,8	158	27,6	395	28,6	175	28,8
5.	"	32,6	158	27,8	395	29,4	175	29,3
6.	"	35,3	158	27,9	395	29,7	175	30,1
13.	P - Suomi	35,7	47	30,0	229	35,6	622	34,2
14.	"	32,5	47	30,2	229	35,9	622	34,4
15.	"	37,8	47	31,1	229	36,3	622	35,1
19.	Kainuu	36,2	31	23,9	158	30,7	202	28,6
20.	"	31,2	31	24,9	158	32,6	202	29,6
23.	Lappi	32,1	16	37,2	71	34,3	420	34,6
24.	"	30,0	16	37,9	71	34,5	420	34,8
Kuusi - Spruce								
2.	Koko maa	31,3	162	30,8	584	35,9	663	33,4
7.	E - Suomi	32,8	154	28,2	515	33,1	198	30,2
8.	"	33,1	154	27,9	515	33,9	198	30,3
9.	"	34,2	154	28,5	515	34,1	198	31,0
16.	P - Suomi	19,3	8	35,6	69	33,8	465	33,9
17.	"	20,1	8	35,5	69	33,9	465	33,9
18.	"	19,6	8	36,6	69	34,1	465	34,3
21.	Kainuu	18,4	8	36,2	56	26,0	212	28,2
22.	"	19,0	8	34,8	56	25,9	212	27,7
25.	Lappi	-	0	38,3	13	37,2	253	37,2
26.	"	-	0	41,7	13	37,6	253	37,7
Koivu - Birch								
3a.	Koko maa	25,7	73	28,4	135	33,7	78	29,3
3b.	"	26,3	73	29,6	135	33,8	78	30,0
10.	E - Suomi	25,7	66	27,5	97	40,7	11	27,8
11.	"	26,4	66	27,6	97	38,4	11	27,9
12.	"	27,4	66	29,3	97	42,6	11	29,8

\* ) kts. tekstiin

LIITTEET - APPENDICES

Liite 1. Metsiköiden 5-vuotiskausien kuutiokasvuprosenttien ennustearvot ikään (T) ja kuutiomäärään (V) perustuvilla yhtälöillä laskettuina.

App. 1. Stand increment percentages for the future 5-year periods based on functions with age (T) and volume (V) as independent variables.

Etelä-Suomi, koivikot, yhtälö 11 - Southern Finland, birch stands, function 11.

Kuutio- määrä (V) m <sup>3</sup> /ha	Ikä (T), v														
	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	
30	118,0	78,6	59,5	48,3	40,8	35,5	31,6	28,4	26,0	23,9	22,2	20,7	19,4	18,4	
40	106,2	70,7	53,6	43,4	36,8	32,0	28,4	25,6	23,4	21,5	20,0	18,6	17,5	16,5	
50	97,9	65,1	49,4	40,0	33,9	29,5	26,2	23,6	21,5	19,8	18,4	17,2	16,1	15,2	
60	91,5	60,9	46,2	37,4	31,7	27,6	24,5	22,1	20,1	18,5	17,2	16,1	15,1	14,2	
70	86,5	57,6	43,6	35,4	29,9	26,0	23,1	20,8	19,0	17,5	16,2	15,2	14,3	13,4	
80		54,8	41,5	33,7	28,5	24,8	22,0	19,8	18,1	16,7	15,5	14,4	13,6	12,8	
90		52,5	39,8	32,3	27,3	23,8	21,1	19,0	17,3	16,0	14,8	13,8	13,0	12,3	
100		50,5	38,3	31,0	26,3	22,8	20,3	18,3	16,7	15,4	14,3	13,3	12,5	11,8	
110		48,8	37,0	30,0	25,4	22,1	19,6	17,7	16,1	14,8	13,8	12,9	12,1	11,4	
120		47,2	35,8	29,0	24,6	21,4	19,0	17,1	15,6	14,4	13,3	12,5	11,7	11,0	
130		45,9	34,8	28,2	23,8	20,8	18,4	16,6	15,2	14,0	13,0	12,1	11,4	10,7	
140		44,6	33,8	27,4	23,2	20,2	17,9	16,2	14,7	13,6	12,6	11,8	11,0	10,4	
150			33,0	26,8	22,6	19,7	17,5	15,8	14,4	13,2	12,3	11,5	10,8	10,2	
160			32,2	26,1	22,1	19,2	17,1	15,4	14,0	12,9	12,0	11,2	10,5	9,9	
170			31,5	25,6	21,6	18,8	16,7	15,0	13,7	12,6	11,7	11,0	10,3	9,7	
180			30,8	25,0	21,2	18,4	16,4	14,7	13,4	12,4	11,5	10,7	10,1	9,5	
190			30,2	24,5	20,8	18,0	16,0	14,4	13,2	12,1	11,3	10,5	9,9	9,3	
200			29,7	24,1	20,4	17,7	15,7	14,2	12,9	11,9	11,0	10,3	9,7	9,2	
210				23,6	20,0	17,4	15,4	13,9	12,7	11,7	10,9	10,1	9,5	9,0	
220				23,2	19,7	17,1	15,2	13,7	12,5	11,5	10,7	10,0	9,4	8,8	
230				22,9	19,3	16,8	14,9	13,5	12,3	11,3	10,5	9,8	9,2	8,7	
240				22,5	19,0	16,6	14,7	13,3	12,1	11,1	10,3	9,7	9,1	8,6	
250				22,2	18,8	16,3	14,5	13,1	11,9	11,0	10,2	9,5	8,9	8,4	
260					18,5	16,1	14,3	12,9	11,8	10,8	10,0	9,4	8,8	8,3	
270					18,2	15,9	14,1	12,7	11,6	10,7	9,9	9,2	8,7	8,2	
280					18,0	15,7	13,9	12,5	11,4	10,5	9,8	9,1	8,6	8,1	
290						15,5	13,7	12,4	11,3	10,4	9,6	9,0	8,5	8,0	
300						15,3	13,6	12,2	11,2	10,3	9,5	8,9	8,4	7,9	
	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	

Etelä-Suomi, kuusikot, yhtälö 8.

Southern Finland, spruce stands, function 8.

Kuutio- määrä (V) m <sup>3</sup> /ha	Ikä (T), v														
	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	
30	115,6	82,4	65,1	54,4	47,0	41,6	37,4	34,2	31,5	29,2	27,3	25,7	24,3	23,0	
40	102,6	73,1	57,8	48,2	41,7	36,9	33,2	30,3	27,9	25,9	24,2	22,8	21,5	20,4	
50	93,5	66,6	52,6	44,0	38,0	33,6	30,3	27,6	25,4	23,6	22,1	20,8	19,6	18,6	
60	86,7	61,8	48,8	40,8	35,3	31,2	28,1	25,6	23,6	21,9	20,5	19,3	18,2	17,3	
70	81,4	58,0	45,8	38,3	33,1	29,3	26,4	24,0	22,2	20,6	19,2	18,1	17,1	16,2	
80		54,9	43,4	36,3	31,4	27,7	25,0	22,8	21,0	19,5	18,2	17,1	16,2	15,4	
90		52,4	41,4	34,6	29,9	26,4	23,8	21,7	20,0	18,6	17,4	16,3	15,4	14,6	
100		50,2	39,6	33,1	28,6	25,3	22,8	20,8	19,2	17,8	16,6	15,6	14,8	14,0	
110		48,3	38,1	31,9	27,5	24,4	21,9	20,0	18,4	17,1	16,0	15,0	14,2	13,5	
120		46,6	36,8	30,8	26,6	23,5	21,2	19,3	17,8	16,5	15,5	14,5	13,7	13,0	
130		45,1	35,6	29,8	25,7	22,8	20,5	18,7	17,2	16,0	15,0	14,1	13,3	12,6	
140		43,8	34,6	28,9	25,0	22,1	19,9	18,2	16,7	15,5	14,5	13,7	12,9	12,2	
150			33,6	28,1	24,3	21,5	19,4	17,6	16,3	15,1	14,1	13,3	12,6	11,9	
160			32,8	27,4	23,7	21,0	18,9	17,2	15,8	14,7	13,8	12,9	12,2	11,6	
170			32,0	26,7	23,1	20,4	18,4	16,8	15,5	14,4	13,4	12,6	11,9	11,3	
180			31,3	26,1	22,6	20,0	18,0	16,4	15,1	14,0	13,1	12,3	11,7	11,1	
190			30,6	25,6	22,1	19,6	17,6	16,1	14,8	13,7	12,8	12,1	11,4	10,8	
200			30,0	25,0	21,6	19,2	17,2	15,7	14,5	13,5	12,6	11,8	11,2	10,6	
210				24,6	21,2	18,8	16,9	15,4	14,2	13,2	12,3	11,6	11,0	10,4	
220				24,1	20,8	18,4	16,6	15,1	14,0	13,0	12,1	11,4	10,8	10,2	
230				23,7	20,5	18,1	16,3	14,9	13,7	12,7	11,9	11,2	10,6	10,0	
240				23,3	20,1	17,8	16,0	14,6	13,5	12,5	11,7	11,0	10,4	9,9	
250				22,9	19,8	17,5	15,8	14,4	13,2	12,3	11,5	10,8	10,2	9,7	
260					19,5	17,2	15,5	14,2	13,0	12,1	11,3	10,7	10,1	9,6	
270					19,2	17,0	15,3	14,0	12,8	11,9	11,2	10,5	9,9	9,4	
280					18,9	16,8	15,1	13,8	12,7	11,8	11,0	10,4	9,8	9,3	
290						16,5	14,9	13,6	12,5	11,6	10,8	10,2	9,6	9,1	
300						16,3	14,7	13,4	12,3	11,4	10,7	10,1	9,5	9,0	
310							14,5	13,2	12,2	11,3	10,6	9,9	9,4	8,9	
320							14,3	13,0	12,0	11,2	10,4	9,8	9,3	8,8	
330							14,1	12,9	11,9	11,0	10,3	9,7	9,2	8,7	
340							14,0	12,7	11,7	10,9	10,2	9,6	9,0	8,6	
350							13,8	12,6	11,6	10,8	10,1	9,5	8,9	8,5	
	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	

Etelä-Suomi, männiköt, yhtälö 5.

Southern Finland, pine stands, function 5.

Kuutio- määrä, (V) m <sup>3</sup> /ha	Ikä (T), v														
	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	
30	106,6	69,0	51,2	41,0	34,3	29,6	26,2	23,6	21,5	19,8	18,4	17,2	16,2	15,3	
40	95,3	61,6	45,8	36,6	30,6	26,5	23,4	21,0	19,2	17,6	16,4	15,4	14,5	13,7	
50	87,7	56,8	42,2	33,7	28,2	24,4	21,6	19,4	17,6	16,3	15,1	14,2	13,3	12,6	
60	82,3	53,3	39,6	31,6	26,5	22,9	20,2	18,2	16,6	15,3	14,2	13,3	12,5	11,8	
70	78,2	50,6	37,6	30,0	25,2	21,7	19,2	17,3	15,7	14,5	13,5	12,6	11,9	11,2	
80		48,5	36,0	28,8	24,1	20,8	18,4	16,6	15,1	13,9	12,9	12,1	11,4	10,8	
90		46,8	34,8	27,8	23,3	20,1	17,8	16,0	14,6	13,4	12,4	11,7	11,0	10,4	
100		45,4	33,7	26,9	22,6	19,5	17,2	15,5	14,1	13,0	12,1	11,3	10,6	10,1	
110		44,2	32,8	26,2	22,0	19,0	16,8	15,1	13,7	12,6	11,8	11,0	10,4	9,8	
120		43,2	32,0	25,6	21,5	18,5	16,4	14,7	13,4	12,4	11,5	10,8	10,1	9,6	
130		42,3	31,4	25,1	21,0	18,2	16,0	14,4	13,1	12,1	11,2	10,5	9,9	9,4	
140		41,5	30,8	24,6	20,6	17,8	15,8	14,2	12,9	11,9	11,0	10,3	9,7	9,2	
150			30,3	24,2	20,3	17,5	15,5	13,9	12,7	11,7	10,9	10,2	9,6	9,1	
160			29,9	23,9	20,0	17,3	15,3	13,7	12,5	11,5	10,7	10,0	9,4	8,9	
170			29,5	23,6	19,7	17,0	15,1	13,5	12,3	11,4	10,6	9,9	9,3	8,8	
180			29,1	23,3	19,5	16,8	14,9	13,4	12,2	11,2	10,4	9,8	9,2	8,7	
190			28,8	23,0	19,3	16,6	14,7	13,2	12,0	11,1	10,3	9,7	9,1	8,6	
200			28,5	22,8	19,1	16,5	14,6	13,1	11,9	11,0	10,2	9,6	9,0	8,5	
210				22,6	18,9	16,3	14,4	13,0	11,8	10,9	10,1	9,5	8,9	8,4	
220				22,4	18,7	16,2	14,3	12,9	11,7	10,8	10,0	9,4	8,8	8,4	
230				22,2	18,6	16,1	14,2	12,8	11,6	10,7	10,0	9,3	8,8	8,3	
240				22,0	18,5	16,0	14,1	12,7	11,6	10,6	9,9	9,2	8,7	8,3	
250				21,9	18,3	15,8	14,0	12,6	11,5	10,6	9,8	9,2	8,7	8,2	
260					18,2	15,8	13,9	12,5	11,4	10,5	9,8	9,1	8,6	8,2	
270					18,1	15,7	13,8	12,4	11,3	10,4	9,7	9,1	8,6	8,1	
280					18,0	15,6	13,8	12,4	11,3	10,4	9,7	9,0	8,5	8,1	
290						15,5	13,7	12,3	11,2	10,4	9,6	9,0	8,5	8,0	
300						15,5	13,7	12,3	11,2	10,3	9,6	9,0	8,4	8,0	
310							13,6	12,2	11,2	10,3	9,5	8,9	8,4	8,0	
320							13,6	12,2	11,1	10,2	9,5	8,9	8,4	8,0	
330							13,5	12,2	11,1	10,2	9,5	8,9	8,4	7,9	
340							13,5	12,1	11,0	10,2	9,5	8,9	8,3	7,9	
350							13,5	12,1	11,0	10,2	9,4	8,8	8,3	7,9	
	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	

Koko maa, koivikot, yhtälö 3b.

The whole country, birch stands, function 3b.

Kuutio- määrä (V) m <sup>3</sup> /ha	Ikä (T), v														
	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	
30	76,8	54,6	42,3	34,4	29,0	25,1	22,1	19,7	17,8	16,3	15,0	13,9	12,9	12,1	
40	72,1	51,3	39,7	32,3	27,2	23,5	20,7	18,5	16,7	15,3	14,0	13,0	12,1	11,3	
50	68,6	48,8	37,8	30,8	25,9	22,4	19,7	17,6	15,9	14,6	13,4	12,4	11,5	10,8	
60	66,0	46,9	36,3	29,6	24,9	21,5	19,0	17,0	15,3	14,0	12,9	11,9	11,1	10,4	
70		45,4	35,1	28,6	24,1	20,8	18,3	16,4	14,8	13,5	12,4	11,5	10,7	10,0	
80		44,1	34,1	27,8	23,4	20,2	17,8	15,9	14,4	13,1	12,1	11,2	10,4	9,7	
90			33,2	27,1	22,8	19,7	17,4	15,5	14,0	12,8	11,8	10,9	10,1	9,5	
100			32,5	26,4	22,3	19,3	17,0	15,2	13,7	12,5	11,5	10,6	9,9	9,3	
110			31,8	25,9	21,8	18,9	16,6	14,8	13,4	12,2	11,3	10,4	9,7	9,1	
120			31,2	25,4	21,4	18,5	16,3	14,6	13,2	12,0	11,0	10,2	9,5	8,9	
130				25,0	21,0	18,2	16,0	14,3	12,9	11,8	10,8	10,0	9,4	8,8	
140				24,6	20,7	17,9	15,8	14,1	12,7	11,6	10,7	9,9	9,2	8,6	
150				24,2	20,4	17,6	15,5	13,9	12,5	11,4	10,5	9,7	9,1	8,5	
160					20,1	17,4	15,3	13,7	12,4	11,3	10,4	9,6	8,9	8,4	
170					19,8	17,2	15,1	13,5	12,2	11,1	10,2	9,5	8,8	8,3	
180					19,6	16,9	14,9	13,3	12,0	11,0	10,1	9,4	8,7	8,2	
190					19,4	16,7	14,7	13,2	11,9	10,9	10,0	9,2	8,6	8,1	
200					19,2	16,6	14,6	13,0	11,8	10,7	9,9	9,2	8,5	8,0	
210						16,4	14,4	12,9	11,6	10,6	9,8	9,0	8,4	7,9	
220						16,2	14,3	12,8	11,5	10,5	9,7	9,0	8,3	7,8	
230							14,1	12,6	11,4	10,4	9,6	8,9	8,3	7,7	
240							14,0	12,5	11,3	10,3	9,5	8,8	8,2	7,7	
250							13,9	12,4	11,2	10,2	9,4	8,7	8,1	7,6	
260								12,3	11,1	10,1	9,3	8,6	8,0	7,5	
270								12,2	11,0	10,1	9,2	8,6	8,0	7,5	
280								12,1	10,9	10,0	9,2	8,5	7,9	7,4	
290								12,0	10,8	9,9	9,1	8,4	7,8	7,4	
300								11,9	10,8	9,8	9,0	8,4	7,8	7,3	
	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	

Kainuu ja Pohjois-Pohjanmaa, kuusikot, yhtälö 22.

Kainuu and North Ostrobothnia, spruce stands, function 22.

Kuutio- määrä (V) m <sup>3</sup> /ha	Ikä (T), v														
	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	
30	97,0	71,9	57,0	47,2	40,2	35,0	31,0	27,8	25,2	23,0	21,2	19,6	18,2	17,1	
40	87,8	65,2	51,7	42,8	36,4	31,7	28,1	25,2	22,8	20,8	19,2	17,8	16,5	15,5	
50	81,2	60,2	47,8	39,6	33,7	29,4	26,0	23,3	21,1	19,3	17,7	16,4	15,3	14,3	
60	76,1	56,5	44,8	37,1	31,6	27,5	24,3	21,8	19,8	18,0	16,6	15,4	14,3	13,4	
70	72,0	53,4	42,4	35,1	29,9	26,0	23,0	20,6	18,7	17,1	15,7	14,6	13,6	12,7	
80		50,9	40,4	33,4	28,5	24,8	21,9	19,7	17,8	16,3	15,0	13,9	12,9	12,1	
90			38,6	32,0	27,3	23,7	21,0	18,8	17,0	15,6	14,3	13,3	12,4	11,6	
100			37,2	30,8	26,2	22,8	20,2	18,1	16,4	15,0	13,8	12,8	11,9	11,1	
110			35,9	29,7	25,3	22,0	19,5	17,5	15,8	14,5	13,3	12,3	11,5	10,7	
120			34,7	28,7	24,5	21,3	18,9	16,9	15,3	14,0	12,9	11,9	11,1	10,4	
130				27,9	23,8	20,7	18,3	16,4	14,9	13,6	12,5	11,6	10,8	10,1	
140				27,1	23,1	20,1	17,8	16,0	14,4	13,2	12,2	11,2	10,5	9,8	
150				26,4	22,5	19,6	17,3	15,5	14,1	12,9	11,8	11,0	10,2	9,5	
160					22,0	19,1	16,9	15,2	13,7	12,6	11,6	10,7	10,0	9,3	
170					21,4	18,7	16,5	14,8	13,4	12,3	11,3	10,4	9,7	9,1	
180					21,0	18,3	16,2	14,5	13,1	12,0	11,0	10,2	9,5	8,9	
190					20,6	17,9	15,8	14,2	12,9	11,8	10,8	10,0	9,3	8,7	
200					20,2	17,5	15,5	13,9	12,6	11,5	10,6	9,8	9,1	8,5	
210						17,2	15,2	13,7	12,4	11,3	10,4	9,6	9,0	8,4	
220						16,9	15,0	13,4	12,2	11,1	10,2	9,5	8,8	8,2	
230							14,7	13,2	11,9	10,9	10,0	9,3	8,6	8,1	
240							14,5	13,0	11,7	10,7	9,9	9,1	8,5	8,0	
250							14,2	12,8	11,6	10,6	9,7	9,0	8,4	7,8	
260								12,6	11,4	10,4	9,6	8,9	8,2	7,7	
270								12,4	11,2	10,2	9,4	8,7	8,1	7,6	
280								12,2	11,0	10,1	9,3	8,6	8,0	7,5	
290								12,0	10,9	10,0	9,2	8,5	7,9	7,4	
300								11,9	10,8	9,8	9,0	8,4	7,8	7,3	
	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	

Kainuu ja Pohjois-Pohjanmaa, männiköt, yhtälö 20.

Kainuu and North Ostrobothnia, pine stands, function 20.

Kuutio- määrä (V) m <sup>3</sup> /ha	Ikä (T), v														
	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	
30	72,5	53,9	43,3	36,5	31,8	28,3	25,7	23,6	21,9	20,6	19,4	18,4	17,6	16,9	
40	64,1	47,6	38,3	32,3	28,1	25,0	22,7	20,9	19,4	18,2	17,2	16,3	15,6	15,0	
50	58,6	43,5	35,0	29,5	25,7	22,9	20,8	19,1	17,7	16,6	15,7	14,9	14,2	13,7	
60	54,6	40,6	32,6	27,5	24,0	21,4	19,4	17,8	16,5	15,5	14,6	13,9	13,3	12,8	
70		38,4	30,8	26,0	22,6	20,2	18,3	16,8	15,6	14,6	13,8	13,2	12,6	12,0	
80		36,6	29,4	24,8	21,6	19,3	17,5	16,1	14,9	14,0	13,2	12,6	12,0	11,5	
90			28,3	23,9	20,8	18,5	16,8	15,4	14,4	13,4	12,7	12,1	11,5	11,1	
100			27,4	23,1	20,1	17,9	16,2	14,9	13,9	13,0	12,3	11,7	11,2	10,7	
110			26,6	22,4	19,5	17,4	15,8	14,5	13,5	12,6	11,9	11,3	10,8	10,4	
120			25,9	21,8	19,0	17,0	15,4	14,1	13,1	12,3	11,6	11,0	10,6	10,1	
130				21,4	18,6	16,6	15,0	13,8	12,8	12,0	11,4	10,8	10,3	9,9	
140				20,9	18,2	16,2	14,7	13,5	12,6	11,8	11,1	10,6	10,1	9,7	
150				20,6	17,9	16,0	14,5	13,3	12,4	11,6	10,9	10,4	9,9	9,5	
160					17,6	15,7	14,2	13,1	12,2	11,4	10,8	10,2	9,8	9,4	
170					17,4	15,5	14,0	12,9	12,0	11,2	10,6	10,1	9,6	9,2	
180					17,1	15,3	13,8	12,7	11,8	11,1	10,5	9,9	9,5	9,1	
190					16,9	15,1	13,7	12,6	11,7	11,0	10,3	9,8	9,4	9,0	
200					16,7	14,9	13,5	12,4	11,6	10,8	10,2	9,7	9,3	8,9	
210						14,8	13,4	12,3	11,4	10,7	10,1	9,6	9,2	8,8	
220						14,6	13,3	12,2	11,3	10,6	10,0	9,5	9,1	8,7	
230							13,1	12,1	11,2	10,5	9,9	9,4	9,0	8,7	
240							13,0	12,0	11,2	10,4	9,9	9,4	9,0	8,6	
250							13,0	11,9	11,1	10,4	9,8	9,3	8,9	8,5	
260								11,8	11,0	10,3	9,7	9,2	8,8	8,5	
270								11,8	10,9	10,2	9,7	9,2	8,8	8,4	
280								11,7	10,9	10,2	9,6	9,1	8,7	8,4	
290								11,6	10,8	10,1	9,6	9,1	8,7	8,3	
300								11,6	10,8	10,1	9,5	9,1	8,6	8,3	
	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	

Lappi, kuusikot, yhtälö 26.

Lapland, spruce stands, function 26.

Kuutio- määrä (V) m <sup>3</sup> /ha	Ikä (T), v														
	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	
30	72,8	53,8	42,6	35,2	30,0	26,1	23,0	20,6	18,7	17,1	15,7	14,5	13,5	12,6	
40	69,4	51,4	40,7	33,6	28,6	24,9	22,0	19,7	17,8	16,3	15,0	13,8	12,9	12,0	
50	66,9	49,5	39,2	32,4	27,5	24,0	21,2	19,0	17,2	15,7	14,4	13,3	12,4	11,6	
60	64,8	48,0	38,0	31,4	26,7	23,2	20,5	18,4	16,6	15,2	14,0	12,9	12,0	11,2	
70		46,7	37,0	30,5	26,0	22,6	20,0	17,9	16,2	14,8	13,6	12,6	11,7	10,9	
80		45,6	36,1	29,8	25,4	22,1	19,5	17,5	15,8	14,4	13,3	12,3	11,4	10,7	
90			35,4	29,2	24,9	21,6	19,1	17,1	15,5	14,1	13,0	12,0	11,2	10,5	
100			34,7	28,7	24,4	21,2	18,8	16,8	15,2	13,9	12,8	11,8	11,0	10,3	
110			34,1	28,2	24,0	20,9	18,4	16,5	15,0	13,6	12,6	11,6	10,8	10,1	
120			33,6	27,8	23,6	20,5	18,2	16,3	14,7	13,4	12,4	11,4	10,6	9,9	
130				27,4	23,3	20,2	17,9	16,0	14,5	13,2	12,2	11,3	10,5	9,8	
140				27,0	23,0	20,0	17,7	15,8	14,3	13,1	12,0	11,1	10,3	9,7	
150				26,6	22,7	19,7	17,4	15,6	14,1	12,9	11,9	11,0	10,2	9,6	
160					22,4	19,5	17,2	15,4	14,0	12,8	11,7	10,8	10,1	9,4	
170					22,2	19,3	17,0	15,3	13,8	12,6	11,6	10,7	10,0	9,3	
180					21,9	19,1	16,9	15,1	13,7	12,5	11,5	10,6	9,9	9,2	
190					21,7	18,9	16,7	15,0	13,5	12,4	11,4	10,5	9,8	9,1	
200					21,5	18,7	16,5	14,8	13,4	12,2	11,2	10,4	9,7	9,0	
210						18,5	16,4	14,7	13,3	12,1	11,2	10,3	9,6	9,0	
220						18,4	16,2	14,5	13,2	12,0	11,0	10,2	9,5	8,9	
230							16,1	14,4	13,0	11,9	11,0	10,1	9,4	8,8	
240							16,0	14,3	13,0	11,8	10,9	10,1	9,4	8,8	
250							15,8	14,2	12,8	11,7	10,8	10,0	9,3	8,7	
	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	



Lappi, männiköt, yhtälö 24.

Lapland, pine stands, function 24.

Kuutio- määrä (V) m <sup>3</sup> /ha	Ikä (T), v													
	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160
30	78,5	52,8	39,3	31,3	26,0	22,3	19,5	17,4	15,8	14,5	13,4	12,5	11,8	11,1
40	72,4	48,6	36,3	28,8	24,0	20,5	18,0	16,1	14,6	13,4	12,4	11,5	10,9	10,3
50	68,2	45,8	34,2	27,2	22,6	19,3	17,0	15,1	13,7	12,6	11,6	10,9	10,2	9,7
60	65,1	43,8	32,6	25,9	21,6	18,5	16,2	14,5	13,1	12,0	11,1	10,4	9,8	9,2
70		42,2	31,4	25,0	20,8	17,8	15,6	13,9	12,6	11,6	10,7	10,0	9,4	8,9
80		40,9	30,5	24,2	20,1	17,2	15,1	13,5	12,2	11,2	10,4	9,7	9,1	8,6
90			29,7	23,6	19,6	16,8	14,7	13,2	11,9	10,9	10,1	9,5	8,9	8,4
100			29,0	23,1	19,2	16,4	14,4	12,9	11,7	10,7	9,9	9,2	8,7	8,2
110			28,5	22,7	18,8	16,1	14,1	12,6	11,4	10,5	9,7	9,1	8,5	8,1
120			28,0	22,3	18,5	15,8	13,9	12,4	11,2	10,3	9,6	8,9	8,4	7,9
130				22,0	18,2	15,6	13,7	12,2	11,1	10,2	9,4	8,8	8,3	7,8
140				21,7	18,0	15,4	13,5	12,1	10,9	10,0	9,3	8,7	8,2	7,7
150				21,4	17,8	15,2	13,4	11,9	10,8	9,9	9,2	8,6	8,1	7,6
160					17,6	15,1	13,2	11,8	10,7	9,8	9,1	8,5	8,0	7,5
170					17,4	14,9	13,1	11,7	10,6	9,7	9,0	8,4	7,9	7,5
180					17,3	14,8	13,0	11,6	10,5	9,6	8,9	8,3	7,8	7,4
190					17,1	14,7	12,9	11,5	10,4	9,5	8,8	8,2	7,8	7,3
200					17,0	14,6	12,8	11,4	10,3	9,5	8,8	8,2	7,7	7,3
210						14,5	12,7	11,3	10,3	9,4	8,7	8,1	7,6	7,2
220						14,4	12,6	11,3	10,2	9,4	8,7	8,1	7,6	7,2
230							12,5	11,2	10,1	9,3	8,6	8,0	7,6	7,2
240							12,5	11,1	10,1	9,2	8,6	8,0	7,5	7,1
250							12,4	11,1	10,0	9,2	8,5	8,0	7,5	7,1
	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160

Liite 2.  
App. 2.

Kasvuyhtälöiden systemaattinen virhe.  
Systematic error of the increment functions.

Koivu-yhtälöt. Koko maa ja Etelä-Suomi.  
Birch functions. The whole country and Southern Finland.

Luokan keskiarvo Class average		Erotus Difference	Havaintojen lukumäärä Number of observations	Luokan keskiarvo Class average		Erotus Difference	Havaintojen lukumäärä Number of observations
Laskettu Calculated	Mitattu Measured			Laskettu Calculated	Mitattu Measured		
Pv5				Pv5			
Yhtälö 3a - Function 3a				Yhtälö 10 - Function 10			
9,80	11,14	- 1,34	1	18,32	18,83	- 0,51	12
13,34	12,53	+ 0,81	29	22,87	21,68	+ 1,19	19
17,40	18,98	- 1,58	37	27,32	28,29	- 0,97	39
22,56	22,29	+ 0,27	47	32,29	32,80	- 0,51	28
27,19	27,99	- 0,80	41	38,00	35,99	+ 2,01	21
31,97	31,40	+ 0,57	38	42,33	40,78	+ 1,55	10
37,79	38,36	- 0,57	25	47,14	48,79	- 1,65	13
42,05	39,34	+ 2,71	15	51,56	53,97	- 2,41	8
47,87	49,03	- 1,16	13	58,36	53,42	+ 4,95	5
51,76	41,73	+ 10,02	11	62,38	45,05	+ 17,33	3
56,57	58,77	- 2,20	6	67,91	57,80	+ 10,11	2
63,18	53,76	+ 9,42	6	71,53	95,64	- 24,11	1
67,30	83,59	- 16,29	1	75,27	74,16	+ 1,11	2
74,24	38,07	+ 36,17	1	80,71	98,30	- 17,59	2
78,06	97,95	- 19,89	4	87,74	134,31	- 46,57	1
80,56	95,93	- 15,37	2	98,50	110,74	- 12,24	2
86,94	95,64	- 8,70	5	100,12	138,20	- 38,08	1
100,84	106,93	- 6,09	1	108,33	113,77	- 5,44	2
127,86	132,70	- 4,84	3	113,81	87,47	+ 26,33	2
				162,09	123,11	+ 38,98	1
Yhtälö 3b				Yhtälö 3b (V inv.)			
9,91	11,14	- 1,23	1	13,16	11,22	+ 1,94	4
13,11	11,95	+ 1,16	27	17,71	22,64	- 4,93	6
17,52	18,62	- 1,10	37	22,12	19,64	+ 2,48	17
22,08	22,80	- 0,72	42	27,88	25,03	+ 2,85	14
27,18	26,99	+ 0,19	45	32,62	29,90	+ 2,72	6
31,99	32,31	- 0,32	41	37,62	33,00	+ 4,62	3
37,66	36,36	+ 1,30	29	41,11	46,44	- 5,33	4
42,79	43,39	- 0,60	13	46,75	41,38	+ 5,37	2
47,42	42,15	+ 5,27	14	51,60	36,18	+ 15,42	4
52,91	48,57	+ 4,34	12	57,66	55,11	+ 2,55	2
57,70	61,97	- 4,27	6	63,67	68,69	- 5,02	1
62,72	51,67	+ 11,05	2	65,89	78,51	- 12,62	1
67,39	80,56	- 13,17	2	74,04	59,92	+ 14,12	1
70,34	38,07	+ 32,27	1	85,53	24,26	+ 61,27	1
76,66	112,70	- 36,04	3	94,38	167,80	- 73,41	1
81,42	76,60	+ 4,82	2	161,08	164,18	- 3,10	1
89,02	102,99	- 13,97	1				
93,93	110,46	- 16,53	1	Yhtälö 11 (V inv.)			
97,92	118,50	- 20,58	1	18,02	21,91	- 3,89	8
102,25	138,20	- 35,95	1	21,94	20,86	+ 1,08	16
105,71	86,16	+ 19,55	1	27,69	26,06	+ 1,63	11
111,15	88,80	+ 22,35	1	32,56	29,50	+ 3,06	7
120,52	117,08	+ 3,44	1	38,08	41,07	- 2,99	3
151,60	123,11	+ 28,49	1	42,99	42,29	+ 0,70	4
156,44	157,92	- 1,48	1	47,30	36,18	+ 11,12	2
Yhtälö 11				51,53	52,32	- 0,80	1
18,14	19,27	- 1,13	12	57,44	57,90	- 0,46	1
22,89	21,89	+ 1,00	19	62,53	64,30	- 1,77	2
27,22	27,09	+ 0,13	37	90,92	24,26	+ 66,66	1
32,24	33,74	- 1,50	28	146,80	165,99	- 19,19	2
37,91	35,07	+ 2,84	23	Yhtälö 12			
42,48	42,75	- 0,27	10	17,82	19,13	- 1,31	11
46,74	48,88	- 2,14	13	22,70	22,72	- 0,02	20
52,81	52,04	+ 0,77	9	27,39	26,09	+ 1,30	34
58,37	53,41	+ 4,96	5	31,84	33,84	- 2,00	28
64,42	46,20	+ 18,22	2	37,97	35,39	+ 2,58	24
66,83	57,80	+ 9,03	2	42,59	41,50	+ 1,09	11
71,96	89,61	- 17,65	2	46,86	47,48	- 0,62	14
78,39	112,70	- 34,31	3	52,68	51,31	+ 1,37	9
83,21	102,99	- 19,78	1	57,70	55,38	+ 2,32	3
85,07	57,55	+ 27,52	1	62,17	52,85	+ 9,32	4
103,80	124,59	- 20,79	3	67,03	48,76	+ 18,27	2
113,96	93,14	+ 18,82	3	71,67	89,61	- 17,94	2
159,83	123,11	+ 36,72	1	79,22	87,60	- 8,38	2
				81,82	110,30	- 28,48	3
				89,85	102,99	- 13,14	1
				96,37	128,00	- 31,63	2
				110,98	87,48	+ 23,50	2
				153,08	123,11	+ 29,97	1

Kuusi-yhtälöt. Koko maa ja Etelä-Suomi.

Spruce functions. The whole country and Southern Finland.

Luokan keskiarvo Class average		Erotus Difference	Havaintojen lukumäärä Number of observations	Luokan keskiarvo Class average		Erotus Difference	Havaintojen lukumäärä Number of observations
Laskettu Calculated	Mitattu Measured			Laskettu Calculated	Mitattu Measured		
PV <sub>5</sub>				PV <sub>5</sub>			
Yhtälö 2 - Function 2				Yhtälö 7 - Function 7			
9,11	9,52	- 0,41	30	8,69	10,90	- 2,21	1
12,96	12,23	+ 0,73	205	13,26	12,51	+ 0,75	43
17,41	17,59	- 0,18	278	17,98	17,92	+ 0,06	94
22,52	23,58	- 1,06	244	22,82	23,86	- 1,04	156
27,26	28,20	- 0,94	164	27,61	27,90	- 0,29	176
32,25	30,83	+ 1,42	146	32,24	30,46	+ 1,78	114
37,43	37,92	- 0,49	103	37,38	37,20	+ 0,18	87
42,37	42,35	+ 0,02	67	42,36	40,63	+ 1,73	64
47,61	44,38	+ 3,23	45	47,04	44,68	+ 2,36	45
52,47	50,66	+ 1,81	34	51,95	56,08	- 4,13	34
56,65	55,90	+ 0,75	24	57,00	54,03	+ 2,97	19
62,55	52,90	+ 9,65	17	61,40	56,27	+ 5,13	13
67,43	69,64	- 2,21	11	67,52	72,94	- 5,42	6
72,02	78,13	- 6,11	7	71,89	80,24	- 8,35	8
77,99	90,44	- 12,45	6	76,38	75,80	+ 0,58	8
82,13	74,94	+ 7,19	8	82,88	129,18	- 46,29	6
87,06	87,12	- 0,06	6	86,73	75,04	+ 11,69	7
92,93	123,44	- 30,51	3	94,10	121,58	- 27,48	1
97,26	84,00	+ 13,26	3	96,24	91,17	+ 5,07	2
103,50	106,68	- 3,18	4	102,74	128,36	- 25,63	1
105,47	65,69	+ 39,78	1	114,16	179,40	- 65,24	1
124,56	153,88	+ 29,32	2	132,73	113,80	+ 18,93	1
163,32	113,80	+ 49,52	1				
Yhtälö 8				Yhtälö 8 (V inv.)			
13,39	11,68	+ 1,71	35	13,45	11,83	+ 1,62	16
17,95	17,73	+ 0,22	101	17,78	17,59	+ 0,19	100
22,74	23,74	- 1,00	143	22,30	24,43	- 2,13	111
27,51	27,95	- 0,44	180	27,32	30,00	- 2,68	87
32,22	30,69	+ 1,53	114	32,50	36,52	- 4,02	48
37,30	37,59	- 0,29	81	36,96	45,12	- 8,16	33
42,03	42,00	+ 0,03	67	42,65	49,82	- 7,17	15
47,04	45,53	+ 1,51	42	46,53	52,79	- 6,26	12
52,09	56,16	- 4,07	32	52,34	61,86	- 9,51	14
57,41	58,63	- 1,22	17	57,11	81,20	- 24,09	14
62,56	55,01	+ 7,55	14	62,25	75,82	- 13,57	4
67,42	73,99	- 6,57	7	66,28	68,36	- 2,08	5
72,50	66,70	+ 5,80	3	74,46	112,10	- 37,64	2
76,89	79,71	- 2,82	7	84,10	164,51	- 80,41	2
82,32	116,73	- 34,41	2	93,54	53,48	+ 40,06	2
87,33	90,75	- 3,42	7	100,19	109,14	- 8,95	1
92,09	83,09	+ 9,00	6	108,64	69,44	+ 39,20	2
97,71	92,72	+ 4,99	2	119,54	181,74	- 62,20	2
102,72	121,58	- 18,86	1	149,40	242,05	- 92,65	3
107,64	91,17	+ 16,47	2	188,35	258,82	- 70,47	2
111,32	73,10	+ 38,22	1	355,33	322,63	+ 32,70	3
116,31	128,36	- 12,05	1				
133,74	113,80	+ 19,94	1				
144,87	179,40	- 34,53	1				
Yhtälö 9							
9,06	9,48	- 0,41	2				
13,07	12,10	+ 0,97	36				
17,99	17,99	0,00	103				
22,79	23,93	- 1,14	132				
27,47	27,40	+ 0,07	167				
32,18	30,62	+ 1,56	116				
37,41	36,88	+ 0,53	91				
42,21	41,37	+ 0,84	71				
47,39	46,58	+ 0,81	50				
52,29	53,48	- 1,19	29				
57,41	57,02	+ 0,39	23				
62,33	63,57	- 1,24	8				
67,72	72,26	- 4,54	6				
71,95	66,98	+ 4,95	8				
76,97	95,09	- 18,12	6				
82,08	109,66	- 27,58	7				
87,55	86,45	+ 1,10	5				
92,41	93,99	- 1,58	3				
101,14	54,48	+ 46,66	1				
107,93	128,36	- 20,44	1				
114,84	179,40	- 64,56	1				
123,64	113,80	+ 9,84	1				

Kuusi-yhtälöt. Pohjois-Suomi, Kainuu ja Pohjois-Pohjanmaa, ja Lappi.

Spruce functions. Northern Finland, Kainuu and North Ostrobothnia, and Lapland.

Luokan keskiarvo Class average		Erotus Difference	Havaintojen lukumäärä Number of observations	Luokan keskiarvo Class average		Erotus Difference	Havaintojen lukumäärä Number of observations
Laskettu Calculated	Mitattu Measured			Laskettu Calculated	Mitattu Measured		
Pv <sub>5</sub>				Pv <sub>5</sub>			
Yhtälö 16 - Function 16				Yhtälö 18 - Function 18			
8,84	9,29	- 0,45	42	9,02	9,32	- 0,30	43
12,77	12,57	+ 0,20	174	12,78	12,70	+ 0,08	173
17,23	16,80	+ 0,43	144	17,18	16,65	+ 0,53	146
22,16	22,17	- 0,01	92	22,23	22,69	- 0,46	91
26,96	30,73	- 3,77	25	27,43	29,30	- 1,87	27
31,59	27,72	+ 3,87	19	32,01	29,08	+ 2,93	16
37,02	36,92	+ 0,10	15	36,77	35,25	+ 1,52	12
42,75	45,31	- 2,56	8	42,30	43,18	- 0,88	11
47,85	54,48	- 6,62	6	47,31	57,60	- 10,29	5
53,15	56,55	- 3,40	6	52,57	53,38	- 0,81	6
57,77	49,46	+ 8,31	2	56,90	52,26	+ 4,64	3
61,99	105,31	- 43,32	1	61,77	105,31	- 43,54	1
67,45	55,05	+ 12,40	3	67,91	55,05	+ 12,86	3
77,43	69,70	+ 7,73	3	73,58	68,76	+ 4,82	1
86,29	105,74	- 19,45	1	75,32	66,82	+ 8,50	1
93,56	94,40	- 0,84	1	83,16	73,52	+ 9,64	1
				86,80	105,74	- 18,94	1
				92,54	94,40	+ 1,86	1
Yhtälö 17				Yhtälö 17 (V inv.)			
8,78	9,20	- 0,42	43	8,66	6,67	+ 1,99	18
12,71	12,41	+ 0,30	167	12,65	10,44	+ 2,21	55
17,18	16,74	+ 0,44	149	16,99	13,57	+ 3,42	45
22,28	22,67	- 0,39	94	22,05	17,70	+ 4,35	13
27,24	28,39	- 1,15	24	26,61	23,13	+ 3,48	5
31,68	28,67	+ 3,01	20	32,32	29,44	+ 2,88	7
37,15	41,47	- 4,32	13	38,61	29,12	+ 9,49	2
42,26	39,80	+ 2,46	9	41,53	49,00	- 7,47	3
47,35	47,21	+ 0,14	5	47,15	51,72	- 4,57	1
51,83	61,44	- 9,61	7	50,68	45,06	+ 5,62	1
56,59	49,46	+ 7,13	2				
62,72	67,48	- 4,76	3				
67,28	68,01	- 0,73	1				
73,21	66,82	+ 6,39	1				
75,35	71,14	+ 4,21	2				
82,73	105,74	- 23,01	1				
89,31	94,40	- 5,09	1				
Yhtälö 25				Yhtälö 21			
8,83	8,99	- 0,16	36	9,77	10,88	- 1,11	6
12,56	12,55	+ 0,01	136	13,16	12,71	+ 0,45	46
16,91	16,28	+ 0,63	63	17,25	17,40	- 0,15	74
21,75	22,62	- 0,87	16	22,20	21,42	+ 0,78	64
26,78	24,90	+ 1,88	9	26,48	29,11	- 2,63	30
33,33	44,08	- 10,75	3	32,46	31,70	+ 0,76	17
36,52	47,29	- 10,77	3	37,36	36,64	+ 0,72	8
				42,75	43,24	- 0,49	9
				47,03	53,88	- 6,85	4
				52,47	49,95	+ 2,52	4
				58,61	35,18	+ 23,43	5
				62,35	57,10	+ 5,25	1
				66,20	77,50	- 11,30	3
				72,76	67,42	+ 5,34	2
				88,63	81,58	+ 7,05	2
				91,09	105,74	- 14,65	1
Yhtälö 22				Yhtälö 22 (V inv.)			
9,51	10,88	- 1,37	6	8,43	5,83	+ 2,60	8
13,12	12,80	+ 0,32	48	12,53	10,25	+ 2,28	27
17,27	17,37	- 0,10	70	17,12	15,37	+ 3,75	24
22,25	21,34	+ 0,91	68	22,63	19,03	+ 3,60	5
26,50	27,32	- 0,82	26	28,22	13,29	+ 14,93	1
32,33	35,68	- 3,35	17	43,97	13,66	+ 30,31	1
36,99	35,56	+ 1,43	11	49,55	51,72	- 2,17	1
43,31	45,54	- 2,23	6				
46,93	49,04	- 2,11	7				
53,75	44,70	+ 9,05	2				
56,10	51,67	+ 4,43	3				
61,61	55,45	+ 6,16	5				
67,31	89,42	- 22,11	2				
71,26	67,42	+ 3,84	2				
84,89	68,76	+ 16,13	1				
87,95	100,07	- 12,12	2				
Yhtälö 26 (V inv.)				Yhtälö 26			
9,83	6,82	+ 3,01	2	8,89	8,89	- 0,00	37
12,68	9,92	+ 2,76	37	12,64	12,73	- 0,09	136
17,17	15,40	+ 1,77	26	16,89	16,14	+ 0,75	61
21,76	19,36	+ 2,40	5	22,03	21,24	+ 0,79	19
26,69	30,32	- 3,63	7	26,40	26,12	+ 0,28	6
32,58	41,05	- 8,47	5	32,36	40,62	- 8,26	5
40,12	45,06	- 4,94	1	36,01	54,36	- 18,35	2

Mänty-yhtälöt. Koko maa ja Etelä-Suomi.

Pine functions. The whole country and Southern Finland.

Luokan keskiarvo Class average		Erotus Difference	Havaintojen lukumäärä Number of observations	Luokan keskiarvo Class average		Erotus Difference	Havaintojen lukumäärä Number of observations
Laskettu Calculated	Mitattu Measured			Laskettu Calculated	Mitattu. Measured		
Pv5				Pv5			
Yhtälö 1 - Function 1				Yhtälö 4 - Function 4			
8,11	7,91	+ 0,20	166	8,91	7,44	+ 1,47	5
12,56	12,55	+ 0,01	344	12,97	13,15	- 0,18	79
17,35	17,63	- 0,27	361	17,54	17,41	+ 0,13	176
22,36	22,45	- 0,09	277	22,34	22,74	- 0,40	158
27,15	26,18	+ 0,97	153	27,34	26,31	+ 1,03	109
32,25	31,59	+ 0,66	98	32,48	31,22	+ 1,26	61
37,23	39,17	- 1,94	71	37,16	39,99	- 2,83	42
42,00	39,24	+ 2,75	38	42,27	39,24	+ 3,03	29
47,29	43,62	+ 3,67	31	46,17	45,21	+ 0,96	14
52,17	55,59	- 3,43	19	52,38	54,94	- 2,56	15
56,99	52,75	+ 4,26	12	56,47	53,78	+ 2,69	5
62,22	60,49	+ 1,73	10	61,95	68,99	- 7,04	11
67,18	63,71	+ 3,47	10	66,17	65,86	+ 0,31	4
72,96	80,00	- 7,04	3	71,46	89,63	- 18,17	4
77,93	63,90	+ 14,03	7	76,63	76,05	+ 0,58	3
82,14	99,89	- 17,75	3	81,88	87,16	- 5,28	2
87,41	106,57	- 19,16	4	88,17	84,32	+ 3,85	3
94,25	136,29	- 42,04	2	91,20	45,00	+ 46,20	1
97,68	89,97	+ 7,71	3	99,12	99,11	+ 0,01	1
102,89	103,18	- 0,29	5	113,14	111,34	+ 1,80	2
125,19	164,28	- 39,09	4	145,39	216,82	- 71,43	2
160,08	216,82	- 56,74	2	168,74	187,46	- 18,72	2
185,39	243,89	- 58,50	3				
Yhtälö 5				Yhtälö 5 (V inv.)			
10,00	7,39	+ 2,61	1	9,01	7,60	+ 1,41	7
13,38	12,86	+ 0,52	80	13,11	13,74	- 0,63	95
17,52	17,24	+ 0,28	182	17,48	18,30	- 0,82	143
22,30	22,96	- 0,66	169	22,38	23,63	- 1,25	114
27,38	27,13	+ 0,25	102	27,36	27,84	- 0,48	49
32,40	31,64	+ 0,76	59	32,00	35,46	- 3,46	30
37,06	38,68	- 1,62	40	37,27	37,44	- 0,17	16
42,02	41,29	+ 0,73	27	42,65	48,47	- 5,82	16
47,43	47,07	+ 0,36	18	47,93	53,88	- 5,95	8
52,96	56,99	- 4,03	12	52,40	51,28	+ 1,12	7
58,48	79,97	- 21,49	4	57,65	60,80	- 3,15	8
62,64	66,11	- 3,47	10	61,61	55,93	+ 5,68	3
67,34	78,77	- 11,43	4	67,28	70,69	- 3,41	7
72,15	38,89	+ 33,26	2	72,73	75,83	- 3,10	9
78,38	67,10	+ 11,28	3	75,64	118,89	- 43,25	3
82,10	141,41	- 59,31	2	84,73	76,81	+ 7,92	1
92,01	84,32	+ 7,69	3	89,17	88,76	+ 0,41	4
95,50	38,35	+ 57,15	1	92,57	108,48	- 15,91	6
101,95	49,66	+ 52,29	2	97,61	72,73	+ 24,88	2
123,87	107,26	+ 16,61	3	104,37	83,65	+ 20,72	2
170,36	216,82	- 46,46	2	108,18	171,34	- 63,16	2
214,62	187,46	+ 27,16	2	113,04	95,49	+ 17,55	3
				122,54	89,47	+ 33,07	3
Yhtälö 6				131,32	102,29	+ 29,03	2
8,51	8,31	+ 0,20	5	142,47	128,89	+ 13,58	3
13,00	13,34	- 0,34	84	148,74	152,80	- 4,06	1
17,54	17,34	+ 0,20	164	177,14	249,34	- 72,20	4
22,44	22,64	- 0,20	159	262,43	338,40	- 75,97	3
27,31	26,24	+ 1,07	105	284,38	284,96	- 0,58	2
32,17	30,71	+ 1,46	69				
37,16	39,48	- 2,32	43				
42,39	39,42	+ 2,97	36				
47,44	49,97	- 2,53	13				
52,47	56,36	- 3,89	14				
58,46	67,98	- 9,52	8				
62,31	67,35	- 5,04	6				
67,30	74,22	- 6,92	6				
72,31	92,22	- 19,91	2				
77,14	90,99	- 13,85	4				
82,34	68,70	+ 13,64	1				
88,04	38,35	+ 49,69	1				
94,12	99,11	- 4,99	1				
98,28	48,91	+ 49,37	2				
119,14	169,86	- 50,72	1				
146,56	216,82	- 70,26	2				
166,62	187,46	- 20,84	2				

Mänty-yhtälöt. Pohjois-Suomi, Kainuu ja Pohjois-Pohjanmaa, ja Lappi.

Pine functions. Northern Finland, Kainuu and North Ostrobothnia, and Lapland.

Luokan keskiarvo Class average		Erotus Difference	Havaintojen lukumäärä Number of observations	Luokan keskiarvo Class average		Erotus Difference	Havaintojen lukumäärä Number of observations
Laskettu Calculated	Mitattu Measured			Laskettu Calculated	Mitattu Measured		
Pv5				Pv5			
Yhtälö 13 - Function 13				Yhtälö 15 - Function 15			
8,25	8,01	+ 0,24	167	8,24	8,11	+ 0,13	172
12,31	12,28	+ 0,03	254	12,47	12,20	+ 0,27	246
17,12	17,93	- 0,81	190	17,18	18,20	- 1,02	189
22,23	21,75	+ 0,48	117	22,39	21,75	+ 0,64	123
27,05	27,05	+ 0,00	56	27,04	26,14	+ 0,90	53
32,41	34,32	- 1,91	32	32,09	34,46	- 2,37	34
37,64	36,54	+ 1,10	23	37,24	36,65	+ 0,59	24
42,32	37,99	+ 4,33	15	42,02	37,38	+ 4,64	20
48,30	43,86	+ 4,44	9	47,53	44,06	+ 3,47	11
53,13	55,46	- 2,33	9	53,17	53,02	+ 0,15	12
56,67	55,34	+ 1,33	5	57,82	64,76	- 6,94	2
62,46	40,28	+ 22,18	5	61,16	38,51	+ 22,65	4
69,92	60,00	+ 9,92	1	69,19	53,18	+ 16,01	2
74,26	47,85	+ 26,41	3	72,59	48,59	+ 24,00	2
82,17	88,56	- 6,39	1	75,52	88,56	- 13,04	1
88,35	88,42	- 0,07	3	84,15	68,29	+ 15,86	1
91,37	83,18	+ 8,19	1	86,83	93,39	- 6,56	3
105,34	107,14	- 1,80	2	90,54	84,37	+ 6,17	1
117,75	134,31	- 16,56	3	109,72	186,80	- 77,08	1
190,62	286,99	- 96,37	2	114,06	118,63	- 4,57	4
				140,88	217,24	- 76,36	2
				221,82	356,75	- 134,92	1
Yhtälö 14				Yhtälö 14 (V inv.)			
8,19	7,97	+ 0,22	163	8,14	5,94	+ 2,20	42
12,38	12,24	+ 0,14	263	12,48	11,62	+ 0,86	96
17,22	18,52	- 1,30	188	16,89	15,53	+ 1,36	56
22,36	21,49	+ 0,87	120	22,12	21,12	+ 1,00	31
27,09	26,98	+ 0,11	50	27,09	24,71	+ 2,38	20
32,25	33,53	- 1,28	30	31,83	28,80	+ 3,03	15
36,89	37,00	- 0,11	22	37,98	34,71	+ 3,26	8
41,92	38,27	+ 3,65	16	43,18	56,81	- 13,63	6
47,16	37,97	+ 9,19	6	47,94	60,58	- 12,64	7
52,16	56,49	- 4,33	14	52,61	61,14	- 8,53	5
57,72	44,29	+ 13,43	4	58,44	58,39	+ 0,05	2
62,03	50,27	+ 11,75	3	62,54	57,61	+ 4,93	7
66,49	33,28	+ 33,21	2	67,47	50,01	+ 30,54	7
76,33	57,85	+ 18,48	4	74,08	75,59	- 1,51	3
82,83	68,29	+ 14,54	1	77,68	103,01	- 25,33	2
88,35	88,56	- 0,21	1	81,18	73,20	+ 7,98	1
94,39	84,37	+ 10,02	1	87,24	72,46	+ 14,78	3
101,93	134,78	- 32,85	3	93,58	71,43	+ 22,15	1
112,50	102,98	+ 9,52	2	114,26	95,75	+ 18,51	2
116,50	70,17	+ 46,33	1	133,48	149,25	- 15,77	1
146,14	156,04	- 9,90	2	145,76	89,64	+ 56,12	2
209,89	332,96	- 123,07	2	170,74	216,05	- 45,30	1
				203,44	135,29	+ 68,15	1
Yhtälö 19				Yhtälö 23			
9,40	9,91	- 0,51	9	8,00	7,97	+ 0,03	170
12,79	12,16	+ 0,63	79	12,27	11,79	+ 0,48	163
17,42	18,58	- 1,16	108	17,23	18,14	- 0,91	84
22,31	22,47	- 0,16	67	22,16	23,20	- 1,04	42
27,15	25,26	+ 1,89	46	27,19	27,06	+ 0,13	14
32,34	29,88	+ 2,46	26	32,57	30,26	+ 2,31	8
37,69	36,37	+ 1,32	18	37,39	34,93	+ 2,46	6
42,54	46,88	- 4,34	9	43,49	43,74	- 0,25	5
47,05	49,27	- 2,22	8	47,82	58,88	- 11,06	4
52,84	41,70	+ 11,14	4	53,09	46,99	+ 6,10	3
57,40	65,73	- 8,33	3	56,89	43,17	+ 13,72	1
66,39	49,39	+ 17,00	3	62,33	60,00	+ 2,33	1
79,44	36,79	+ 42,65	1	65,85	53,38	+ 12,47	2
80,16	74,20	+ 5,96	2	72,82	88,56	- 15,74	1
99,57	113,52	- 13,95	1	77,74	95,54	- 17,80	2
115,99	70,17	+ 45,82	1	80,92	83,18	- 2,26	1
137,20	156,04	- 18,84	2				
192,65	332,97	- 140,32	2				

Mänty-yhtälöt. Kainuu ja Pohjois-Pohjanmaa, ja Lappi.

Pine functions. Kainuu and North Ostrobothnia, and Lapland.

Luokan keskiarvo Class average		Erotus Difference	Havaintojen lukumäärä Number of observations	Luokan keskiarvo Class average		Erotus Difference	Havaintojen lukumäärä Number of observations
Laskettu Calculated	Mitattu Measured			Laskettu Calculated	Mitattu Measured		
Pv5				Pv5			
Yhtälö 20				Yhtälö 20 (V inv.)			
13,11	11,94	+ 1,17	86	9,04	4,97	+ 4,07	12
17,50	18,91	- 1,41	118	12,55	8,96	+ 3,59	48
22,30	22,08	+ 0,22	70	17,10	15,34	+ 1,76	29
26,69	26,14	+ 0,55	39	22,77	18,30	+ 4,47	13
37,58	34,36	+ 3,22	13	28,01	22,87	+ 5,14	13
41,62	50,80	- 9,18	9	33,11	28,86	+ 4,25	8
47,13	49,29	- 2,16	7	36,55	36,28	+ 0,05	3
52,76	54,78	- 2,02	4	41,98	43,46	- 1,47	4
57,62	46,44	+ 11,18	3	47,25	56,78	- 9,53	4
62,47	25,47	+ 37,00	1	51,92	55,40	- 3,48	2
66,35	40,51	+ 25,84	1	57,08	60,96	- 3,88	1
74,96	82,18	- 7,22	1	63,50	72,76	- 9,26	2
76,14	74,20	+ 1,94	1	67,14	62,05	+ 5,09	5
83,50	36,79	+ 46,71	1	72,59	151,13	- 78,74	1
100,39	84,37	+ 16,02	1	79,01	96,32	- 17,31	2
109,30	134,79	- 25,49	3	87,12	90,00	- 2,88	1
134,47	70,17	+ 64,30	1	97,11	83,44	+ 13,67	2
170,51	125,28	+ 45,23	1	107,72	72,31	+ 35,41	2
245,84	247,99	- 2,15	2	135,90	89,09	+ 46,81	1
				157,28	110,67	+ 46,61	2
				196,09	80,46	+ 115,63	2
				247,80	121,10	+ 126,70	2
Yhtälö 24				Yhtälö 24 (V inv.)			
8,11	7,91	+ 0,20	170	8,38	7,78	+ 0,60	10
12,20	11,92	+ 0,28	167	12,55	11,21	+ 1,34	64
17,18	18,13	- 0,95	83	17,41	18,87	- 1,46	35
22,02	22,88	- 0,86	40	22,55	21,95	+ 0,60	17
27,29	30,63	- 3,34	13	27,00	27,48	- 0,48	9
33,28	31,32	+ 1,96	9	32,83	24,78	+ 8,05	3
37,56	37,24	+ 0,32	3	35,73	31,00	+ 4,73	2
41,88	41,07	+ 0,81	4	41,38	74,37	- 32,99	4
47,62	55,58	- 7,96	7	46,49	42,29	+ 4,20	3
53,38	32,44	+ 20,94	1	52,65	47,37	+ 5,28	1
56,38	36,91	+ 19,47	3	56,49	66,84	- 10,36	2
68,40	55,59	+ 12,81	3	61,03	51,67	+ 9,36	3
80,75	78,42	+ 2,33	2	66,42	90,06	- 23,64	3
99,90	83,18	+ 16,72	1	71,21	78,70	- 7,49	2
102,71	122,78	- 20,07	1	97,60	108,06	- 8,46	2
				174,54	216,05	- 41,51	1
				391,06	342,86	+ 48,20	1









ODC 564  
ISBN 951-40-0306-3  
ISSN 0015-5543

GUSTAVSEN, H. G. 1977. Valtakunnalliset kuutiokasvuyhtälöt. Abstract: Finnish volume increment functions. Folia For. 331: 1—37.

27 functions are presented for predicting 5-year volume increment percentages of stands all over Finland, based on material (3 321 sample plots) from the 3rd National Forest Inventory.

The functions, based on easily measurable stand criteria, can be used with sufficient precision when making growth predictions for forest areas. Time, money and work can be saved using these functions and computer techniques in forest planning. In addition, the method avoids increment borings in field work.

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

ODC 564  
ISBN 951-40-0306-3  
ISSN 0015-5543

GUSTAVSEN, H. G. 1977. Valtakunnalliset kuutiokasvuyhtälöt. Abstract: Finnish volume increment functions. Folia For. 331: 1—37.

27 functions are presented for predicting 5-year volume increment percentages of stands all over Finland, based on material (3 321 sample plots) from the 3rd National Forest Inventory.

The functions, based on easily measurable stand criteria, can be used with sufficient precision when making growth predictions for forest areas. Time, money and work can be saved using these functions and computer techniques in forest planning. In addition, the method avoids increment borings in field work.

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

ODC 564  
ISBN 951-40-0306-3  
ISSN 0015-5543

GUSTAVSEN, H. G. 1977. Valtakunnalliset kuutiokasvuyhtälöt. Abstract: Finnish volume increment functions. Folia For. 331: 1—37.

27 functions are presented for predicting 5-year volume increment percentages of stands all over Finland, based on material (3 321 sample plots) from the 3rd National Forest Inventory.

The functions, based on easily measurable stand criteria, can be used with sufficient precision when making growth predictions for forest areas. Time, money and work can be saved using these functions and computer techniques in forest planning. In addition, the method avoids increment borings in field work.

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

ODC 564  
ISBN 951-40-0306-3  
ISSN 0015-5543

GUSTAVSEN, H. G. 1977. Valtakunnalliset kuutiokasvuyhtälöt. Abstract: Finnish volume increment functions. Folia For. 331: 1—37.

27 functions are presented for predicting 5-year volume increment percentages of stands all over Finland, based on material (3 321 sample plots) from the 3rd National Forest Inventory.

The functions, based on easily measurable stand criteria, can be used with sufficient precision when making growth predictions for forest areas. Time, money and work can be saved using these functions and computer techniques in forest planning. In addition, the method avoids increment borings in field work.

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



- No 284 Paavo Juutinen, Timo Kurkela ja Sakari Lilja: Ruohokaskas, *Cicadella viridis* (L.), lehtipuun vioittajana sekä vioitusten sienisaastunta.  
*Cicadella viridis* (L.) as a wounder of hardwood saplings and infection of wounds by pathogenic fungi.
- No 285 Timo Nyrhinen: Kaksivaiheisen metsän inventoinnin koe Lounais-Suomessa.  
A test of two-step forest inventory in South-West Finland.
- No 286 Matti Kärkkäinen: Pohjoissuomalaisen koivukuitupuun tilavuusmittauksia.  
Volume measurement of birch pulpwood in Northern Finland.
- No 287 Veijo Heiskanen ja Juhani Salmi: Koivutukkien latvamuotoluvut ja yksikkökuutiot.  
Top form factors and unit volumes of birch logs.
- No 288 Matti Leikola: Taimitarhamaan lämpöolot muovihuoneessa ja avomaalla.  
Soil temperature conditions in plastic greenhouse and in open nursery.
- No 289 Lehikoinen, Tapio: Pohjois- ja Etelä-Suomen väliset kantohintaerot.  
Stumpage price differences between Northern and Southern Finland.
- No 290 Heiskanen, Veijo: Tarkistetut havusahatukkien kuorelliset yksikkökuutioluvut.  
The checked unit volumes for pine and spruce sawlogs.
- No 291 Uusitalo, Matti: Puun kasvatuksen kulut vuosina 1972—74.  
Costs of timber production in Finland in 1972—74.
- No 292 Hakkila, Pentti: Kantopuu metsäteollisuuden raaka-aineena.  
Stumpwood as industrial raw material.
- No 293 Lehtonen, Irja: Puu polttoaineena. Kirjallisuuteen perustuva tarkastelu.  
Wood as a fuel. A study based on literature.
- No 294 Harstela, Pertti & Tervo, Leo: Männyn taimikon ja riukuasteen metsikön korjuun tuotos ja ergonomia.  
Work output and ergonomical aspects in harvesting of sapling and pole-stage stands (Scots pine).
- No 295 Metsätilastollinen vuosikirja 1975.  
Yearbook of Forest Statistics 1975.
- No 296 Heiskanen, Veijo: Etelä-Suomen ja Pohjois-Suomen puutavaran laatuero.  
Quality differences of timber between Southern and Northern Finland.
- No 297 Paavilainen, Eero & Virtanen, Jaakko: Metsänlannoituksen vaikutuksen riippuvuus levitysmenetelmästä.  
Effect of spreading method on forest fertilization results.
- No 298 Vuokila, Yrjö: Harsintaharvennus puuntuotantoon vaikuttavana tekijänä.  
Selective thinning from above as a factor of growth and yield.
- No 299 Vuokila, Yrjö: Hyvän kasvupaikan haavikoiden kasvukyvystä.  
On the growth capacity of aspen stands on good sites.
- No 300 Paavilainen, Eero: Hoppoliukoisten lannoitteiden vaikutuksen riippuvuus levitysaikakohdasta turvemaalla.  
Effect of application time on growth response to easily dissolving fertilizers on peatlands.
- No 301 Tiihonen, Paavo: Männyn ja kuusen tukkipuutaulukot. Tukkien minimiläpimittaluokka männnyllä 13 cm ja kuusella 13 ja 15 cm.  
Massentafeln für Kiefern- und Fichtenblochholz. Mindestdurchmesserklassen der Blöcher für Kiefer 13 cm und für Fichte 13 und 15 cm.
- No 302 Simola, Paavo: Pienikokoisen lehtipuuston biomassa.  
The biomass of small-sized hardwood trees.
- No 303 Vuokila, Yrjö: Talvikkityypin puuntuotannollinen asema metsätyyppijärjestelmässä.  
Position of the Pyrola type in the forest site type system of Cajander.
- No 304 Puro, Tiina: Operaatio metsänlannoitus II. Tuloksia uusintalannoituksesta.  
Results of the second fertilization with nitrogen.
- No 305 Virtanen, Jaakko & Ylinen, Mikko: Ojitusalueiden lentolannoitus.  
Aerial spreading of fertilizers on peatlands.
- No 306 Astorga S., Luis E.: Effectuating possibilities of waste wood utilization in Finland.  
Step 1.  
Jätepuun käytön tehostämismahdollisuudet Suomessa. Osa 1.
- No 307 Kilkki, Pekka, Kuusela, Kullervo & Siitonen, Markku: Puuntuotanto-ohjelmat Etelä-Suomen piirimetsälautakuntien alueille.  
Timber production programs for the forestry board districts of Southern Finland.
- No 308 Hurtunen, Perho: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase 1974—76.  
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland, 1974—76.
- No 309 Mäkelä, Markku: Hakkuutähteen ominaisuuksien muuttuminen.  
Changes in the quality of logging residues
- No 310 Harstela, Pertti, Järvinen, Juhani, Tervo, Leo & Aholainen, Raimo: Tutkimus eräistä harvennushakkuumenetelmistä (Levälle teko ja LEKA-menetelmä).  
The study of some short wood methods of cutting in thinnings (Cutting without bunching and SCAPE method).
- No 311 Takalo, Sauli & Sauvala, Kari: Havaintoja metsurin suojainten kestävydestä ja sen mittaamisesta.  
Observations on the durability and testing of protective clothing for chain saw workers.

- No 312 Leikola, Matti, Metsämuuronen, Markku, Räsänen, Pentti K. & Taimisto, Erkki: Männyn viljelytaimistojen kehitys Lounais-Suomessa vv. 1967—1975. The development of Scots pine plantations in south-western Finland in 1967—1975.
- No 313 Kolari, Kimmo, Paavilainen, Eero & Raitio, Hannu: Männyn juuristosuhteista Kivisuon kasvuhäiriöalueella. Pine root condition and growth disturbances.
- No 314 Anttila, Tuula & Lähde, Erkki: Lannoituksen vaikutus paperikenoissa kasvatettujen männyn taimien kehitykseen taimitarhassa. Effect of fertilization on the development of containerized pine seedlings in a nursery.
- No 315 Kanninen, Kaija: Palkkausmuodot ja niiden vaikutus metsätöissä. Forms of remuneration and their influence on forest work.
- No 316 Mäkelä, Markku: Leimikoittainen metsätähdemäärä. The amounts of logging residues and stump and root wood at certain work sites.
- No 317 Kaunisto, Seppo: Ojituksen tehokkuuden ja lannoituksen vaikutus männyn viljelytaimistojen kehitykseen karuilla avosoilla. Effect of drainage intensity and fertilization on the development of pine plantations on oligotrophic treeless Sphagnum bogs.
- No 318 Kinnunen, Kaarlo: Istutuksen onnistuminen ja taimistojen alkukehitys Länsi-Suomen yksityismetsissä. The survival and initial development of plants in private forests in western Finland.
- No 319 Ferm, Ari & Pohtila, Eljas: Pintakasvillisuuden kehittyminen ja muokkausjäljen tasoittuminen auratuilla metsänuudistusaloilla Lapissa. Succession of ground vegetation and levelling of ploughed tracks on reforestation areas in Finnish Lapland.
- No 320 Kuusela, Kullervo: Suomen metsien kasvu ja puutavaralajirakenne sekä niiden alueellisuus vuosina 1970—1976. Increment and timber assortment structure and their regionality of the forests of Finland in 1970—1976.
- No 321 Heikinheimo, Lauri, Jaatinen, Esko, Kellomäki, Seppo, Lovén, Lasse & Saastamoinen, Olli: Metsien virkistyskäyttö Suomessa. Esitutkimusraportti. Forest recreation in Finland. Pilot study.
- No 322 Talkamo, Tero: Markkinapuun alueittaiset hankintamäärät ja kulkuvirrat vuonna 1973 (1970). Removal and flow of commercial roundwood in Finland during 1973 (1970) by districts.
- No 323 Erkkilä, Pentti, Silander, Soini, Tiihonen, Paavo & Örn, Jouko: Pystymittaus ja runkojen luku hakkuupalkan laskentaperusteina työvaikeuspalstalla. Massenermittlung am stehenden Holz und Stammzahl als Unterlage für die Berechnung des Arbeitslohns auf grösseren Schlaglosen mit gleichmässigen Arbeitsbedingungen.
- No 324 Vuokila, Yrjö: Puolukkatyyppi kuusen kasvupaikkana. Vaccinium type as a spruce site.
- No 325 Raulo, Jyrki & Lähde, Erkki: Rauduskoivun istutustuloksia Lapissa. Reforestation results with *Betula pendula* Roth in Finnish Lapland.
- No 326 Paavilainen, Eero: Männyn istutus suopeltojen metsityksessä. Planting of Scots pine in afforestation of abandoned swampy fields.
- No 327 Paavilainen, Eero: Jatkolannoitus vähäravinteisilla rämeillä. Ennakkotuloksia. Refertilization on oligotrophic pine swamps. Preliminary results.
- No 328 Laitinen, Jorma & Takalo, Sauli: Moottorisahavintturin käytöstä pienten puiden ja tukkien esijuonnossa. Preliminary skidding of small trees and sawlogs by power saw winch.
- No 329 Kinnunen, Kaarlo & Linnimäki, Jorma: Metsänuudistamisen onnistuminen ja taimistojen alkukehitys Pohjois-Karjalassa. Success of forest regeneration and initial development of sapling stands in northern Karelia.
- No 330 Huttunen, Terho: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase 1975—77. Wood consumption, total drain and forest balance in Finland, 1975—77.
- No 331 Gustavsen, Hans G.: Valtakunnalliset kuutiokasvuyhtälöt. Finnish volume increment functions.

Myynti — Available for sale at: Valtion painatuskeskus, Annankatu 44, 00100 Helsinki 10,  
p. 611 022  
Merkintä O D C tarkoittaa metsäkirjallisuuden kansainvälistä Oxford-luokitusjärjestelmää