

09.07.84

# FOLIA FORESTALIA 576

METSÄNTUTKIMUSLAITOS · INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE · HELSINKI 1983

---

---

HANS GUSTAV GUSTAVSEN &  
HÅKAN FAGERSTRÖM

BRÖSTHÖJDSFORMTALETS VARIATION I  
TALL-, GRAN- OCH BJÖRKBESTÅND

THE VARIATION OF THE BREAST  
HEIGHT FORM FACTOR FOR PINE,  
SPRUCE AND BIRCH STANDS IN FINLAND

MÄNNYN, KUUSEN JA KOIVUN  
MUOTOLUKUJEN VAIHTELU

---



METSÄNTUTKIMUSLAITOS  
*THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE*

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

Puhelin: (90) 661 401  
Phone:

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

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

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

FOLIA FORESTALIA 576

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1983

Hans Gustav Gustavsen & Håkan Fagerström

BRÖSTHÖJDSFORMTALETS VARIATION I TALL-, GRAN- OCH  
BJÖRKBESTÄND

The variation of the breast height form factor for pine,  
spruce and birch stands in Finland

Männyn, kuusen ja koivun muotolukujen vaihtelu

GUSTAVSEN, H.G. & FAGERSTRÖM, H. 1983. Brösthöjdsformtalets variation i tall-, gran- och björkbestånd. Summary: The variation of the breast height form factor for pine, spruce and birch stands in Finland. Tiivistelmä: Männyn, kuusen ja koivun muotolokujen vaihtelu. *Folia For.* 576:1—32.

Syfte med undersökningen är att ge en bild av brösthöjdsformtalens variation och storlek i ekonomiskogar. Två typer formtal granskas. Det ena framräknat på basen av beståndets medelhöjd och det andra på basen av övre höjd. I samband med detta är målet formtalsfunktioner för tall-, gran- och björkbestånd, där formtalen kan uppskattas med hjälp av vissa mätbara beståndskännetecken.

Det slutliga grundmaterialet omfattar sammanlagt 932 provytebestånd, som har uppmätts i samband med den tredje riksskogstaxeringen från åren 1951 — 1953. Materialet är ett urval från taxeringsmaterialet, där kravet på huvudträdslagets andel av beståndets volym är 80 % för tall och gran och 70 % för björk. Provytebestånden härstammar från momarksfigurer vilka kan hänföras till växtlig skogsmark och fördelas på 637 provytor med tall, 240 ytor med gran som huvudträdslag och på 55 ytor med björk. Materialet omfattar ytor från hela landet.

I allt har utvecklats 26 formtalsfunktioner för de tre trädslagen. 11 funktioner berör hela landets material och 15 funktioner har utvecklats på basen av delområdenas (Norra och Södra Finland) material. Ungefär hälften av funktionerna ger uppskattning av formtalet  $F_H$  definierat enligt medelhöjden, som också är den viktigaste variabeln i funktionerna. I funktionerna för uppskattning av formtalet  $F_{H_{dom}}$  definierat enligt övre höjden, är medeldiametern och övre höjden nödvändiga variabler. I några funktioner finns dock andra variabler i tillägg, som i någon mån förbättrar uppskattningen av formtalen.

Funktionerna kan användas för bl a uppskattning av beståndsvolymen, när grundytan och höjden (medelhöjd eller övre höjd) är bestämd. Variationen och storleken för formtalen är olika för de olika trädslagen. Den geografiska inverkan på formtalens variation och storlek är liten inom samma trädslag. Detta betyder att hela landets funktioner kan användas i de flesta fall. Dock säkrar man hänsyntagandet till mera lokala förhållanden genom att använda delområdenas funktioner.

The paper concerns the variation and mean size of the breast height form factor in pine, spruce and birch stands in Finland. Results for southern Finland and northern Finland are also given. A number of functions are presented for estimating stand form factors by means of stand criteria.

The material, 932 sample plots, was obtained as a subsample from the 3rd National Forest Inventory material (1951—53), comprising 637 circular sample plots of 0,1 ha in pine-dominated and 240 plots in spruce-dominated (80 % of the stand volume) stands and 55 plots in birch-dominated (70 % of the stand volume) stands. The subsample comprise sample plots in stands situated on mineral soils from all over the country.

In all, 26 functions have been derived giving stand form factors for the three tree species. Eleven of the functions are derived for the whole country and 15 for the southern and northern regions separately. Half of the functions give an estimate of the stand form factor ( $F_H$ ) defined by mean height of the stand (see the symbol explanation). The most important variable in these functions is the mean height. The dominant height and especially the mean diameter of the stand are the most important variables in the functions giving stand form factor ( $F_{H_{dom}}$ ) defined by dominant height. In general, only a small improvement can be obtained with the functions based on more variables.

The functions, for example, can be used to estimate stand form factors when the final goal is to calculate the stand volume according to the formula:  $V = F \cdot G \cdot H$ , and the height and basal area are known. There are some differences in size and variation between the tree species, but no clear differences between the northern and southern parts of the country. This means that a satisfactorily estimation of the stand form factor can be obtained with the functions based on the whole material. However, using the functions of the subareas ensures a better result from the estimation of stand form factors.

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

SYMBOLER .....	4
1. INLEDNING .....	5
2. MATERIALET OCH DESS BEHANDLING .....	6
3. FORMTALETS STORLEK OCH VARIATION I TALL-, GRAN- OCH BJÖRKBESTÅND .....	8
31. Formtalets beroende av andra beståndskännetecken .....	8
32. Variation och skillnader i de trädslagsvisa formtalen .....	10
33. Granskning av formtalen inom geografiska delområden .....	11
34. Formtalsfunktioner .....	12
35. Funktionernas tillförlitlighet .....	16
4. SAMMANFATTNING MED SLUTSATSER .....	24
SUMMARY .....	27
TIIVISTELMÄ .....	28
LITTERATURFÖRTECKNING .....	29
BILAGOR: Beståndsformtalstabeller .....	30
1. Formtalstabell för björk ( $F_H$ ) .....	30
2. Formtalstabell för björk ( $F_{H_{dom}}$ ) .....	30
3. Formtalstabeller för tall ( $F_{H_{dom}}$ ) .....	31
4. Formtalstabeller för gran ( $F_{H_{dom}}$ ) .....	32

## SYMBOLER — SYMBOLS

I resultaten och i texten förekommande symboler  
*The symbols used in this paper are as follows*

G	beståndets grundyta på bark, m <sup>2</sup> /ha <i>basal area of the stand, m<sup>2</sup> per ha incl. bark</i>
V	beståndets volym på bark, m <sup>3</sup> /ha <i>volume of the stand, i.e. solid stem wood above the stump, m<sup>3</sup> per ha incl. bark</i>
H	beståndets grundytvägda medelhöjd, m <i>mean height of the stand (weighted with basal area), m</i>
H <sub>dom</sub>	beståndets övre höjd, den aritmetiska medelhöjden av de hundra grövsta träden per hektar, m <i>dominant height of the stand, mean height of the 100 largest (in dbh.) trees per ha, m</i>
D	beståndets grundytvägda medeldia- meter, cm <i>mean diameter of the stand (weighted with basal area), cm</i>

T	beståndets biologiska ålder, år <i>stand biological age, years</i>
$F = \frac{V}{G \cdot H}$	beståndets brösthöjdsformtal enligt grundytvägd medelhöjd, förhållan- det mellan beståndsvolym och en cylinder bestämd av beståndets medelhöjd och grundytesumman vid brösthöjd <i>breast height form factor of the stand, i.e. relationship between stand volume and a cylinder determined by mean height and cross-sectional area at breast height of the stand.</i>
$F_{H_{dom}} = \frac{V}{G \cdot H_{dom}}$	beståndets brösthöjdsformtal enligt övre höjd <i>breast height form factor of the stand i.e. relationship between stand volume and a cylinder determined by dominant height and cross-sectional area at breast height of the stand</i>
B	ståndortens skogstyp <i>forest site type</i>

Skogstypernas koder — *Forest site type codes*

B: 1 OMaT, FT GDT	2 OMaT, FT, GDT stenig-stony	3 OMT	4 OMT stenig	5 PyT	6 PyT stenig	7 GDMT	8 GDMT stenig	9 MT, pMT	10 MT, pMT stenig	11 HMT		
12 HMT stenig	13 VT	14 VT stenig	15 EVT	16 EVT stenig	17 EMT	18 EMT stenig	19 CT	20 CT stenig	21 ErC1T	22 ErC1T stenig	23 C1T	24 C1T stenig

## 1. INLEDNING

Med formtal förstår man den beräknade storhet, med vilken produkten av en stams höjd och genomsnittsyta skall multipliceras, för att stammens volym skall erhållas. Formtalet visar sålunda förhållandet mellan stammens verkliga volym och volymen av den cylinder som begränsas av stammens genomsnittsyta och höjd. Granskar man ett helt bestånd, erhålls beståndsformtalet som förhållandet mellan beståndets volym per ytenhet och produkten av beståndets höjd och grundyta per ytenhet.

Formtalets typ beror på hur höjden och genomsnittsytan definieras. För enskilda stammar är höjden vanligen lika med stammens totala höjd. Genomsnittsytan varierar i storlek beroende på vid vilken höjd på stammen den mäts. Det så kallade äkta formtalet erhålls då genomsnittsytan mäts vid en relativ höjd på stammen. Vanligen är mätningshöjden en tiondedel av stammens höjd. Brösthöjdsformtalet, eller det så kallade falska formtalet fås när grundytan mäts vid brösthöjd. I bestånd mäts grundytan vanligen vid brösthöjd och beståndsformtalet kan därför benämnas brösthöjdsformtal.

Också beståndshöjdens definitionssätt påverkar beståndsformtalet. Ofta använder man beståndets aritmetiska medelhöjd. Vanligare är däremot den grundytavägda medelhöjden eller Loreys medelhöjd, där de grövre stammarna får större betydelse. Medelhöjden kan också bestämmas som höjden av medianträdet i förhållande till grundytan. Vanligen ligger denna medelhöjd mycket nära den grundytavägda medelhöjden, den är dock en aning större än den senare (Nyyssönen 1954 a). Även beståndets övre höjd kan användas. I ett sådant brösthöjdsformtal är dock inte alla beståndets stammar beaktade. Fastän formtalet enligt övre höjden icke helt teoretisk täcker det man vanligen avser med begreppet beståndsformtal, kan användningen av detta formtal försvaras p.g.a. den övre höjdens centrala roll som beskrivande beståndskriterie.

För att kunna beräkna formtalet för ett bestånd, måste man förutom höjd och grundyta, känna till volymen ( $F = V/(G \cdot$

H)). Orsaken till att formtal beräknas, är att kännedomen om hur formtalet varierar i bestånd av bestämda typer leder till att volymen direkt kan erhållas ur gryndyta och höjd i bestånd av samma typ.

Sedan Bitterlich i slutet av 40-talet hade uppfunnit en enkel och snabb metod att bestämma ett bestånds grundyta med relation, behövdes noggranna undersökningar av formtalet. Lönnroth (1925) hade visserligen tidigare undersökt formtalet och konstaterat att det i naturliga tallbestånd minskar med stigande ålder. Man använde sig dock ända fram till 50-talet av ett ungefärligt värde på 0,5 för formtalet.

Nyyssönen (1954b) gjorde upp tabeller för volymuppskattning med relation samt granskade formtalets korrelation med andra karaktäristika i behandlade bestånd av olika trädslag, belägna inom södra hälften av Finland. Formhöjdstabellerna i denna undersökning har senare uttryckts i funktionsform (se Nyyssönen 1974 och Nyyssönen & Ojansuu 1982). Formtalet har beräknats utgående från beståndets medelhöjd.

År 1964 framlade Vuokila motsvarande tabeller för naturliga jämnåriga tallbestånd i södra Finland, där volymen erhålls som funktion av grundytan, övre höjden och formtalet, definierat enligt den övre höjden.

Senare gjordes några formtalsundersökningar i samband med användning av simuleringmetoder (t ex Ruotsalainen 1974, Kilkki och Siitonen 1975). I förstnämnda arbete konstruerades en modell för beräkning av formtalet utgående från medelhöjden i naturliga tallbestånd. I den andra undersökningen konstruerades modeller bl a för formtalet på basen av simulerade bestånd. Formtalet fås för olika trädslag på basen av medelhöjd, -diameter och -trädets formtal.

Denna undersökning hör till det projekt vid skogsforskningsinstitutets, avdelning för virkesproduktion som avser att undersöka tillväxt och produktion i ekonomiskogarna utgående från de redan utförda riksskogsinventeringarnas provytmaterial (Hänninen 1974, Gustavsen 1977, 1980, Tarvasmäki 1977).

Syftet med undersökningen är att ge en bild av brösthöjdsformtalens variation och storlek i ekonomiskogar. Med ekonomiskogar avses då den typ skogar som riksskogstaxeringarnas material representerar. Två typer formtal granskas. Det ena beräknat på basen av beståndets medelhöjd och det andra på basen av dess övre höjd. Formtalens variation och storlek erhålles på grundval av provytebestånd från hela landet med en möjlig uppdelning på två geografiska delområden. I samband med detta utvecklas formtalsfunktioner för de tre viktigaste trädslagen, tall, björk och gran, där formtalen kan uppskattas på basen av mätbara beståndskännetecken. Dessa funktioner ger också en bild av vilka kriterier som betyder mest samt i vilken mån de tillsammans kan förklara formtalens variation. Funktionernas

syfte är att ge bas för en snabb volymuppskattning enligt formlerna  $V = F_H \cdot G \cdot H$  och  $V = F_{H_{dom}} \cdot G \cdot H_{dom}$ , där grundytan kan uppskattas med relaskop och höjden okulärt eller genom mätning i beståndet.

På basen av grundmaterialet, framarbetat av Gustavsen från den tredje riksskogstaxeringens material, har Fagerström delvis med Gustavsen som handledare utfört beräkningarna av resultaten och lagt fram dessa i form av ett laudaturarbete i skogstaxation för allmän skogsexamen (1981). Gustavsen har omarbetat detta i föreliggande form.

Hjälp i planeringen av arbetet och annars goda råd har mottagits av professorerna Aarne Nyssönen och Yrjö Vuokila, samt i beräkningsarbetet av FM Markku Siitonen. Manuskriptet har genomlästs av professorerna Kullervo Kuusela och Yrjö Vuokila. Den engelska texten har granskats av Ph. D. Ashley Selby. De grafiska figurerna har renritats av forskningsassistent Marja-Liisa Herno som tillsammans med sekreterare Anja Sanaslahti har renskrivit texten. Vi tackar alla ovannämnda för hjälpen.

## 2. MATERIALET OCH DESS BEHANDLING

Materialet består i sin helhet av beståndsprovtytor som mätts i samband med den tredje riksskogstaxeringen (1951 — 1953, se Ilvessalo 1951). Utgångsmaterialet hade begränsats till tall-, gran- och björkbestånd i vilka huvudträdslagets volym utgör minst 50 % av den totala virkesvolymen (se Gustavsen 1977, 1980). Provytorna, vars areal är 0,1 hektar, härstammar från momarksfigurer som kan hänföras till växtlig skogsmark. Utvecklingsklasserna begränsas till plantbestånd, vars övre höjd är minst 4 meter, yngre gallringsbestånd, äldre gallringsbestånd, förnyelsemogna bestånd, blådade bestånd och överåriga bestånd (se Ilvessalo 1951, Gustavsen 1977).

Eftersom syftet är skilda formtalsberäkningar för de tre olika trädslagen, fordrar detta att beståndet beträffande trädslag är så enhetligt som möjligt. Från det ovannämnda utgångsmaterialet gjordes därför ett nytt urval, där kravet på huvudträdslagets andel av beståndets volym höjdes till 80 % för tall och gran. På grund av få observationer drogs gränsen för björk vid 70 %. Materialet begränsades vidare så att alla provytebestånd med medeldiameter mindre än 4 cm och vilkas grundyta var mindre än 2 m<sup>2</sup>/ha, avlägsnades från det slutliga grundmaterialet.

Det slutliga materialet omfattar sammanlagt 932 provytebestånd. Dessa är trädslagsvis fördelade på 637 provtytor med tall, 240 ytor med gran som huvudträdslag och 55 ytor med björk. I björkmaterialet har vartbjörk och glasbjörk icke särskilts. Ytorna representerar båda arterna blandat.

Materialets fördelning på landets sydlig och nordlig hälft samt för hela landet inklusive landskapet Åland framgår av följande uppställning:

	Södra Finland (dskn. 1 — 15) <i>Southern Finland</i>	Norra Finland (16 — 19) <i>Northern Finland</i>	Hela landet (1—19) <i>Whole country</i>
	Antal provtytor — <i>Number of sample plots</i>		
Tall — <i>Pine</i>	252	385	637
Gran — <i>Spruce</i>	194	46	240
Björk — <i>Birch</i>	36	19	55

dskn. = distriktsskogs nämnd — *forestry board district*

Den sydliga hälften är representerad av ca 40 % av tallmaterialet, dock något ojämnt fördelad på de enskilda distriktsskogs nämnderna. Granmaterialet är starkt koncentrerat till landets södra hälft med nästan 80 % av ytorna. Björkmaterialet är så litet att en geografisk tudelning och behandling av materialet inte är befogad; det är dock rätt jämn fördelad över distrikten.

Provytornas fördelning enligt övre höjd framgår av tabell 1, där variationsintervallet är från 5,0 till 26,0 meter.

En motsvarande fördelning enligt åldersklasser framställs i tabell 2. Beståndens ålder varierar mellan 15 och 280 år. Både hos tall och gran är den genomsnittliga åldern betydligt högre i norra delen av landet. Tallprovytorna i norra hälften består till stor del av äldre bestånd.

Medelhöjden i landets södra hälft är i genomsnitt 1,3 m högre för tall och 3,3 m för gran än medelhöjden i landets norra hälft. Den genomsnittliga medeldiametern är av samma storlek inom delområdena för de olika trädslagen. Det finns emellertid tydliga skillnader mellan landets två hälfter för den genomsnittliga grundytans och volymens del. Den är i medeltal 3,2



Tabell 1. Provytornas fördelning enligt övre höjd.  
 Table 1. Distribution of the sample plots according to dominant height.

Trädslag <i>Tree species</i>	Område <i>District</i>	H <sub>dom</sub> , m				Tot. <i>Sum</i>	$\bar{H}_{dom}$ , m
		—10,9	11,0— 14,9	15,0— 18,9	19,0+		
		Antal provytor <i>Number of sample plots</i>					
Tall <i>Pine</i>	S. Finland	26	47	110	69	252	16,3
	N. Finland	37	138	178	32	385	14,7
	Totalt— <i>Sum</i>	63	185	288	101	637	15,3
Gran <i>Spruce</i>	S. Finland	—	23	78	93	194	18,5
	N. Finland	2	16	27	1	46	14,9
	Totalt— <i>Sum</i>	2	39	105	94	240	17,8
Björk <i>Birch</i>	Totalt— <i>Sum</i>	6	10	23	16	55	16,2

Tabell 2. Provytornas fördelning på åldersklasser och delområden.  
 Table 2. Distribution of the sample plots according to stand age.

Trädslag <i>Tree species</i>	Område <i>District</i>	T, a				Tot. <i>Sum</i>	$\bar{T}$ , a
		—39	40— 79	80— 119	120+		
		Antal provytor <i>Number of sample plots</i>					
Tall <i>Pine</i>	S. Finland	22	139	81	10	252	70
	N. Finland	3	92	137	153	385	118
	Totalt— <i>Sum</i>	25	231	218	163	637	99
Gran <i>Spruce</i>	S. Finland	8	125	51	10	194	72
	N. Finland	—	5	24	17	46	114
	Totalt— <i>Sum</i>	8	130	75	27	240	80
Björk <i>Birch</i>	Totalt— <i>Sum</i>	4	39	8	4	55	68

m<sup>2</sup>/ha och volymen 29 m<sup>3</sup>/ha större för tall och 4,5 m<sup>2</sup>/ha och 58 m<sup>3</sup>/ha större hos gran i landets södra hälft.

Av följande uppställning framgår medeltalen för nämnda beståndskaraktäristika med total variationsintervall inom hela materialet trädslagsvist:

	Tall <i>Pine</i>	Gran <i>Spruce</i>	Björk <i>Birch</i>	Max — Min
D, cm	12,4	11,7	10,1	5,0— 30,5
H, m	13,2	14,5	13,5	4,0— 23,9
G, m <sup>2</sup> /ha	14,2	17,6	15,4	3,0— 36,3
V, m <sup>3</sup> /ha	99,0	130,0	102,0	9,6—363,8

Formtalet är beräknat beståndsvist enligt formeln  $F = \frac{V}{G \cdot H}$ , så att grundytan är mätt vid bröst-

höjd på bark. Beståndets höjd beskrivs dels med den grundtyvägda medelhöjden, dels med den övre höjden. Med beståndets volym avses volymen på bark. Medelhöjden är beräknad enligt Loreys formel och uttrycker det grundtyvägda medeltalet av alla beståndets stammars höjd. Medeldiametern för bestånden beräknades som det aritmetiska medeltalet av diameterklasserna vägda med antalet stammar i klasserna (se f.ö. symbolförklaringen).

Korrelationsambanden och regressionsambanden granskades grafiskt (matchcurve-metod, Jensen och Homeyer 1971) och de slutliga fininställningar av transformationerna i funktionerna gjordes med vanlig regressionsanalys. Man fann att logaritmiska transformationer var de lämpligaste för linearisering av de oberoende variablerna i formtalsfunktionerna, vilket tidigare visats av bl a Ruotsalainen (1974).

### 3. FORMTALETS STORLEK OCH VARIATION I TALL-, GRAN- OCH BJÖRKBESTÅND

#### 31. Formtalets beroende av andra beståndskännetecken

Formtalet är förhållandet mellan volym och produkten av höjd och grundyta, det vill säga, endast ett förhållande mellan tre mätta variabler. Variationen i formtalet är därför beroende av variationen i volym, höjd och grundyta.

Granskas variationskoefficienterna för volym, höjd och grundyta å ena sidan, och variationskoefficienten för formtalet å andra sidan, kan man konstatera att den relativa variationen för formtalet är betydligt mindre än för de övriga. Detta beror på att volymen korrelerar starkt med grundytan och höjden. En stor volym förutsätter i allmänhet ett högt värde för både grundyta och höjd. Ju kraftigare korrelationen mellan volymen och höjden är, desto mindre blir formtalets variation. I en situation där fullständig korrelation råder mellan volym och produkten av höjd och grundyta, är formtalets variation obefintlig och formtalet följaktligen en konstant.

Formtalsvariationen beror alltså inte direkt på korrelationen mellan volym och höjd respektive volym och grundyta, utan på korrelationen mellan volym och produkten av höjd och grundyta. Variationen i produkten av höjd och grundyta kan inte bestäm-

mas direkt utgående från variationen i höjden och grundytan. Detta beror på att höjden och grundytan varierar på olika sätt och korrelerar endast relativt svagt med varandra. Fastän formtalet är ett resultat av ett enkelt matematiskt beroende mellan tre variabler, kan ingenting säkert sägas om formtalets variation utgående enbart från de enskilda variabelernas variation. Dessa variabelers variation är dock riktgivande för formtalets variation. Större variation i volym, höjd och grundyta, det vill säga ett ojämnare utgångsmaterial, torde i allmänhet leda till en större variation för formtalet.

Graden eller styrkan av formtalens beroende av olika centrala beståndskännetecken har uttryckts med korrelationskoefficienter som framgår av tabellerna 3 och 4.

Av tabell 3 framgår att  $F_H$ -formtalet korrelerar negativt med alla beståndskriterier förutom medeldiametern i björkmaterialet. Korrelationen med ståndortskriteriet skogstypen (B, se symbolförklaringen) är däremot positiv, vilket innebär att formtalet är större på svagare marktyper än på bördigare. Korrelationen är i detta fall starkast i björkbestånden.

För barrträdens del är höjdkriterierna i genomsnitt starkast korrelerade med  $F_H$ -formtalet men så icke är fallet för björk där grundytan korrelerar starkast förutom skogs-

Tabell 3. Korrelationskoefficienter för  $F_H$ -formtalet och olika karaktäristika i tall, gran- och björkbestånd inom vissa geografiska områden.  
*Table 3. Correlations between breast height form factor  $F_H$  and different characteristics of pine, spruce and birch stands.*

Trädslag — Område <i>Tree species — District</i>	H	$H_{dom}$	G	D	T	V	B
	Korrelationskoeff. — <i>Correlation coeff.</i>						
<i>Tall — Pine</i>							
S. Finland	−0,62	−0,62	−0,31	−0,45	−0,39	−0,40	+0,26
N. Finland	−0,44	−0,42	−0,19	−0,22	−0,03	−0,20	+0,11
<i>Gran — Spruce</i>							
S. Finland	−0,38	−0,30	−0,14	−0,27	−0,10	−0,15	+0,23
N. Finland	−0,52	−0,30	−0,15	−0,61	−0,27	−0,18	+0,12
<i>Björk — Birch</i>							
Hela landet — <i>Whole country</i>	−0,13	−0,16	−0,36	+0,13	−0,05	−0,14	+0,40

Tabell 4. Korrelationskoefficienter för  $F_{H_{dom}}$ -formtalet och olika karaktäristika i tall-, gran- och björkbestånd inom vissa geografiska områden.  
 Table 4. Correlations between breast height form factor  $F_{H_{dom}}$  and different characteristics of pine, spruce and birch stands.

Trädslag — Område Tree species — District	H	$H_{dom}$	G	D	T	V	B
	Korrelationskoeff. — Correlation coeff.						
Tall — <i>Pine</i>							
S. Finland	+ 0,09	— 0,13	— 0,26	+ 0,31	+ 0,01	— 0,05	+ 0,04
N. Finland	+ 0,07	— 0,21	— 0,23	+ 0,41	+ 0,30	— 0,07	+ 0,19
Gran — <i>Spruce</i>							
S. Finland	+ 0,41	+ 0,15	+ 0,01	+ 0,56	— 0,02	+ 0,24	— 0,04
N. Finland	+ 0,09	— 0,25	— 0,42	+ 0,29	+ 0,09	— 0,25	+ 0,02
Björk — <i>Birch</i>							
Hela landet — Whole country	+ 0,20	— 0,06	— 0,37	+ 0,50	+ 0,11	— 0,03	+ 0,21

typen (B). För de andra kriterierna del måste korrelationsambanden anses vara svaga. Karaktäristiskt är dock i allmänhet att förhållandet mellan formtalet och beståndskännetecken kan beskrivas med ett svagt kurvformat samband.

Grundytans och volymens korrelationskoefficienter är för barrträden ungefär desamma, men inte för björkbestånden, där grundytans koefficient är mycket högre. Detta beror troligen på att björken icke har samma entydiga stamform uppe i kronan, speciellt i något äldre bestånd, vilket är fallet för barrträden. Den svaga korrelationen för medelhöjden avslöjar detta. Höjden verkar som en komponent i sambandet mellan volymen och formtalet.

Annars framgår av tabell 3 och också av tabell 4, att grundytan och medeldiametern inte korrelerar på samma sätt med formtalen. För ett enskild träd skulle detta vara ologiskt, men för bestånden representerar diametern medelträdet, medan grundytan är beräknad från alla träden i de olika diameterklasserna.

$F_H$ -formtalets medeltal för hela landet är störst för tallbestånden 0,510 med den största variationskoefficienten 7,6 %. Motsvarande värden är för gran- och björkbestånden 0,492 (6,1 %) och 0,48 (7,1 %).

Medeltalen är nära det ungefärliga värdet 0,5 som tidigare använts, men av de grafiska figurerna framgår att värdet i genomsnitt är både större och mindre i t ex bestånd med olika medelhöjd.

Medeltalet för  $F_{H_{dom}}$ -formtalet (se tabell 6) är också störst för tallbestånden 0,437 jämfört med gran- och björkbestånden 0,397

och 0,400. Variationskoefficienten är emellertid störst för björk 11,2 %. Motsvarande värden för tall och gran är 10,1 % och 8,0 %.

För närmare jämförelse av formtalen för hela landet ges följande uppställning av testresultat för variation och medeltal (F- och t-test enligt Mäkinen 1974):

	F-värden för varians F-value for variances	
	$F_H$	$F_{H_{dom}}$
Tall — Gran <i>Pine — Spruce</i>	1,69*	1,94*
Tall — Björk <i>Pine — Birch</i>	1,28	1,04
Gran — Björk <i>Spruce — Birch</i>	1,32	2,00*
	t-värden för medeltal t-value for mean values	
Tall — Gran <i>Pine — Spruce</i>	15,7*	37,5*
Tall — Björk <i>Pine — Birch</i>	5,4*	5,9*
Gran — Björk <i>Spruce — Birch</i>	2,4*	0,6

\* 5 % signifikansnivå — 5 % level of significance

Som av tabell 4 framgår, uppvisar  $F_{H_{dom}}$ -formtalet en svagare och mera oregelbunden korrelation med de olika beståndskriterierna. Endast beståndets medeldiameter korrelerar någonlunda starkt med formtalet och på så sätt att formtalet blir större med ökande medeldiameter. Grundytan korrelerar i någon mån negativt med detta formtal i synnerhet för björk, medan höjdkriterierna har svagt samband jämfört med korrelationen för formtalet enligt medelhöjden i tabell 3.

Annars korrelerar beståndsåldern, såsom för  $F_H$ -formtalet, svagt med formtalet enligt övre höjd. Skogstypens betydelse är liten

förutom i björkmaterialet. Såsom inledningsvis nämnts uttrycks inte  $F_{H_{dom}}$ -formtalet genom alla träden i beståndet på samma sätt som  $F_H$ -formtalet. Detta kan vara orsaken till den genomgående svagare och mera oregelbundna korrelationen mellan  $F_{H_{dom}}$ -formtalet och beståndskriterierna än för  $F_H$ -formtalet och de samma kriterierna.

### 32. Variation och skillnader i de trädslagsvisa formtalen

En jämförelse av korrelations sambanden (se tabell 3 och 4) för de olika beståndskaraktäristika och  $F_H$ -formtalet för tall- och granbestånden, visar liten skillnad. För björk finns några avvikelser från barrträdsbestån-

den. Medeldiametern har den största betydelsen för  $F_{H_{dom}}$ -formtalet hos alla tre trädslagen, men annars är korrelations sambanden olika och oregelbunda vid jämförelse av trädslagen.

Formtalets storlek i genomsnitt för de olika trädslagen samt olika matematisk-statistiska mått för variationen och felmarginalerna i medeltalen framgår av tabellerna 5 och 6.

Skillnaden är klar mellan formtalen hos tall och gran, vilket de höga t-värdena visar. Det existerar dessutom en signifikant skillnad i formtalens variationskoefficient för tall och gran. Skillnaden i formtalens storlek för tall och björk, respektive gran och björk är alla signifikanta med undantag av skillnaden i  $F_{H_{dom}}$ -formtal för gran och björk. Där-

Tabell 5.  $F_H$ -formtalets medeltal ( $\bar{x}$ ) med konfidensintervall, standardavvikelse (s) och variationskoefficient (s %).

Table 5. Mean value, confidence intervals, standard deviations and variation coefficients for breast height form factor  $F_H$ .

Trädslag Tree species	Område District	n	$\bar{x} \pm t_{95} \% \cdot S_{\bar{x}}$	s	s, %
Tall <i>Pine</i>	S. Finland	252	0,508 $\pm$ 0,005	0,0423	8,33
	N. Finland	385	0,512 $\pm$ 0,004	0,0362	7,07
	Hela landet — Whole country	637	0,510 $\pm$ 0,003	0,0387	7,59
Gran <i>Spruce</i>	S. Finland	194	0,492 $\pm$ 0,004	0,0289	5,88
	N. Finland	46	0,495 $\pm$ 0,010	0,0335	6,77
	Hela landet — Whole country	240	0,492 $\pm$ 0,004	0,0298	6,05
Björk <i>Birch</i>	Hela landet — Whole country	55	0,481 $\pm$ 0,009	0,0342	7,12

Tabell 6.  $F_{H_{dom}}$ -formtalets medeltal ( $\bar{x}$ ) med konfidensintervall, standardavvikelse (s) och variationskoefficient (s %).

Table 6. Mean value, confidence intervals standard deviations and variation coefficients for breast height form factor  $F_{H_{dom}}$ .

Trädslag Tree species	Område District	n	$\bar{x} \pm t_{95} \% \cdot S_{\bar{x}}$	s	s, %
Tall <i>Pine</i>	S. Finland	252	0,432 $\pm$ 0,005	0,0428	9,89
	N. Finland	385	0,440 $\pm$ 0,005	0,0447	10,16
	Hela landet — Whole country	637	0,437 $\pm$ 0,003	0,0441	10,09
Gran <i>Spruce</i>	S. Finland	194	0,397 $\pm$ 0,005	0,0321	8,06
	N. Finland	46	0,391 $\pm$ 0,008	0,0291	7,45
	Hela landet — Whole country	240	0,397 $\pm$ 0,004	0,0317	7,97
Björk <i>Birch</i>	Hela landet — Whole country	55	0,400 $\pm$ 0,012	0,0449	11,22

emot är skillnaden i variationskoefficienten signifikant endast för  $F_{H_{dom}}$ -formtalet hos gran kontra björk.

Detta betyder att man inte borde använda samma formtalsvärden för tall och gran och helst icke t ex tallens formtalsvärden för björk. Sannolikt kan man använda granens värden för björk.

Skillnaden i storlek mellan  $F_H$ - och  $F_{H_{dom}}$ -formtalet beror på skillnaden mellan medelhöjden och övre höjden. Eftersom både volym och grundyta är de samma vid uträkningen av formtalen, blir  $F_{H_{dom}}$ -formtalet mindre än  $F_H$ -formtalet. När man jämför skillnaderna mellan de två formtalen för varje trädslag, inverkar dessutom en eventuell skillnad i korrelationen mellan medelhöjden och övre höjden i beståndet. I detta fall är korrelationerna närmast identiska för de tre trädslagen: för tall +0,947, gran +0,939 och för björk +0,943. Differenserna mellan övre höjden och medelhöjden i genomsnitt är för tall 2,1 m, för gran 3,3 m och för björk 2,7 m (se sidan 7 och i tabell 1). Enligt Hänninen (1974, s. 7) borde differenserna för höjdvärdena vara för tall ca 2,5 m och för gran och björk ca 3,2 m. Motsvarande differenser i de två formtalen är i genomsnitt för tall 0,073, för gran 0,095 och för björk 0,081.

### 33. Granskning av formtalen inom geografiska delområden

Den geografiska ortens inverkan på formtalet har granskats genom att skilja på material från södra (skogsvårdsnämnderna 0—15) och norra delen av landet (skogsvårdsnämnderna 16—19). De absoluta skillnader i  $F_H$ -formtalet och  $F_{H_{dom}}$ -formtalet för de två geografiska områdena kan granskas i tabellerna 5 och 6.

$F_H$ -formtalets medeltal är något mindre i södra Finland än i norra Finland för både tall och gran, men skillnaderna i formtalet enligt den geografiska indelningen kan anses vara små. Variationen i tallmaterialets formtal är för landets södra hälft 8,3 % mot 7,1 % i norra hälften. Då södra hälftens material dessutom är mindre än norra hälftens, blir konfidensintervallet för formtalets medeltal större för södra hälftens medeltal.

Skillnaden i medeltalet för granbestånden är av samma storlek som för tallbestånden. Variationen i formtalet är mindre i södra

hälften än i norra hälften av landet, fastän antalet observationer från landets norra hälft är betydligt färre än från södra hälften.

Skillnaden i  $F_{H_{dom}}$ -formtalets medeltal för de geografiska delområdena är också små. För tall är medeltalet störst i norra hälften med den största variationskoefficienten. För granbestånden är medeltalet för  $F_{H_{dom}}$  större med en större variationskoefficient för södra hälften av landet än medeltalet och dess variation för  $F_H$ -formtalet.

I uppställningen under framgår  $F$ - och  $t$ -värdena för den geografiska jämförelsen av  $F_H$ - och  $F_{H_{dom}}$ -formtalen:

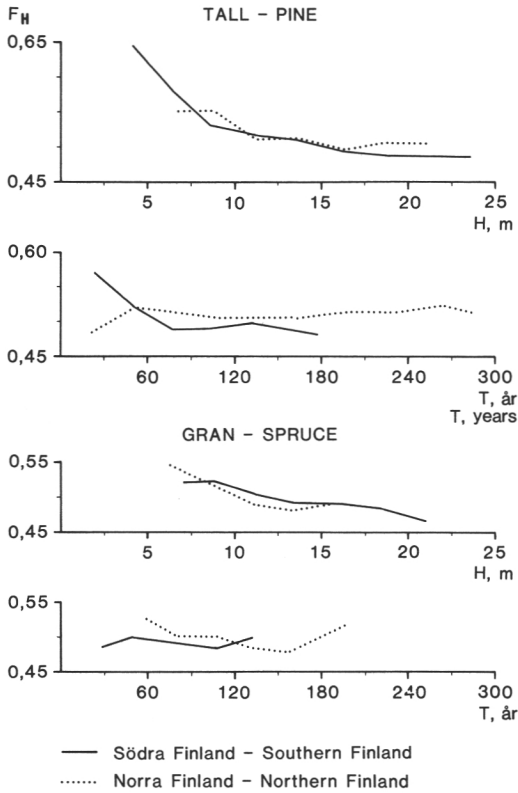
		F-värden för varians <i>F-value for variances</i>	
		$F_H$	$F_{H_{dom}}$
Tall:	S. Finland/N. Finland	1,37*	1,09
<i>Pine:</i>			
Gran:	S. Finland/N. Finland	1,34	1,22
<i>Spruce:</i>			
		<i>t</i> -värden för medeltal <i>t-values for mean value</i>	
Tall:	S. Finland/N. Finland	2,34*	2,22*
<i>Pine:</i>			
Gran:	S. Finland/N. Finland	0,57	1,24
<i>Spruce:</i>			

Testresultaten visar att skillnaden i formtalens storlek är svagt signifikant för båda formtalen i tallmaterialet. Skillnaden i variationskoefficienten är signifikant endast för  $F_H$ -formtalet. I granmaterialet är skillnaderna i formtalets storlek och variationskoefficient inte signifikant varken för  $F_H$  eller  $F_{H_{dom}}$ .

Denna granskningen ger vid handen att en geografisk indelning av granbestånden beträffande formtalens storlek och variation inte vore nödvändigt. I detta sammanhang måste man dock ta hänsyn till materialets olika fördelning på t ex övre höjd och ålder (se tabellerna 1 och 2) för de två ifrågasvarande trädslagen inom de geografiska delområdena. Formtalens storlek i genomsnitt är självklart i någon mån beroende av i vilken höjdklass huvudmängden av bestånden ligger inom de två delområdena.

Några få andra skillnader för de två delområdena kan påpekas på basen av korrelationskoefficienterna i tabell 3 och 4. Som exempel visas i figur 1 sambanden mellan  $F_H$ -formtalet och medelhöjden, samt beståndsåldern.

I tallmaterialet är  $F_H$ -formtalet relativt starkt negativt korrelerat med beståndsåldern



Figur 1. Samband mellan brösthöjdsformtal ( $F_H$ ) och medelhöjd ( $H$ ), ålder ( $T$ ) i tall- och granbestånd i södra och norra delen av landet.

Figure 1. Relationship between breast height form factor ( $F_H$ ) and mean height ( $H$ ) and age ( $T$ ) in pine and spruce stands in southern and northern parts of Finland.

för södra hälften av landet, medan korrelationen är nästan obefintlig i norra hälften. Annars korrelerar  $F_H$ -formtalet kraftigare negativt med både medelhöjd och medeldiameter i södra än i norra delen av landet. För granbestånden däremot är korrelationen starkast negativ för samma kriterier inom norra hälften av landet.

### Formtalsfunktioner:

Hela landet — Whole country

Tall — Pine

$$1. F_H = 0,48183 + 0,05595 \cdot (3,18 - \ln H)^{1,75}$$

$$2. F_H = 0,48357 + 0,05481 \cdot (3,18 - \ln H)^{1,75} - 0,00836 \cdot X$$

$B < 13, X = 0; B \geq 13, X = 1$

skogstyp — forest type

(se symbolförklaring — see symbol explanation)

I tallmaterialet är  $F_{H_{dom}}$ -formtalet emellertid kraftigast, men positivt korrelerat med beståndsåldern i norra hälften, medan korrelationsstyrkan är närmast obefintlig i söder. I granmaterialet är för detta formtals del enda iögonfallande skillnaden att korrelationen är starkt negativ med grundytan för norra hälften, men obefintlig för södra hälften av landet.

### 34. Formtalsfunktioner

Med hjälp av bl a uppgifterna om formtalens korrelation med olika beståndskarakteristika har man uppgjort funktioner för beräkning av formtalet utgående från dessa. Skilda funktioner uppgjordes för tall-, gran- och björkbestånd, samt för tall- och granbestånd i södra och norra delen av landet. Då man dessutom gjort funktioner med varierande antal oberoende variabler för de två enskilda formtalerna, blev det totala antalet som här presenteras 26 stycken.

I allmänhet förklarar medelhöjden största delen av  $F_H$ -formtalets variation. Genom att tillsätta flera oberoende variabler kan vanligen endast en liten ökning i förklaringsgraden erhållas. På samma sätt betyder allmänt medeldiametern det mesta för förklaring av  $F_{H_{dom}}$ -formtalets variation, men dessutom måste också övre höjden inrymmas i funktionen.

Antalet förklarande variabler i funktionerna har icke standardiserats för alla trädslagen som helhet, men fastställdes så att endast de vars t-värde överskred 2,0 togs med i funktionen. Dock har för varje enskilt fall enklare funktioner utvecklats, med vilka formtalet kan bestämmas från grafiska figurer eller tabeller på basen av en eller två relativt lätt mätbara eller beräkningsbara kriterier i beståndet.

3.  $F_{H_{dom}} = 0,24595 + 0,06366 \cdot (3,23 - \ln H_{dom})^{2,5} + 0,07067 \cdot \ln D$   
 4.  $F_{H_{dom}} = 0,30122 + 0,05450 \cdot (3,23 - \ln H_{dom})^{2,5} + 0,06577 \cdot \ln D - 0,02203 \cdot (\ln G)^{0,8} + 0,000004 \cdot (T)^{1,6}$

Gran — *Spruce*

5.  $F_H = 0,48116 + 0,04719 \cdot (3,10 - \ln H)^{2,3}$   
 6.  $F_H = 0,49479 + 0,04298 \cdot (3,10 - \ln H)^{2,3} - 0,00012 \cdot T - 0,00843 \cdot X$   
 $B < 5, X = 0; B \geq 5, X = 1$   
 7.  $F_{H_{dom}} = 0,42844 - 0,04526 \cdot (3,13 - \ln D)^{1,3}$

Björk — *Birch*

8.  $F_H = 0,60686 - 0,05748 \cdot (\ln G)^{0,8}$   
 9.  $F_H = 0,41004 + 0,03152 \cdot (3,00 - \ln H)^{4,0} + 0,03286 \cdot \ln D - 0,02060 \cdot X$   
 $B < 9, X = 0; B \geq 9, X = 1$   
 10.  $F_{H_{dom}} = 0,14313 + 0,10638 \cdot \ln D + 0,06951 \cdot (3,23 - \ln H_{dom})^{2,5}$   
 11.  $F_{H_{dom}} = 0,33685 + 0,10285 \cdot \ln D - 0,08065 \cdot (\ln G)^{0,8} + 0,03362 \cdot (3,23 - \ln H_{dom})^{2,5}$

Södra Finland — *Southern Finland*  
 (Distriktskogsnämnder 0–15 — *Forestry board districts 0–15*)

Tall — *Pine*

12.  $F_H = 0,47945 + 0,06054 \cdot (3,18 - \ln H)^{1,8}$   
 13.  $F_H = 0,48255 + 0,05941 \cdot (3,18 - \ln H)^{1,8} - 0,01387 \cdot X$   
 14.  $F_{H_{dom}} = 0,24971 + 0,06791 \cdot \ln D + 0,06081 \cdot (3,23 - \ln H_{dom})^{2,5}$   
 $B < 13, X = 0; B \geq 13, X = 1$   
 15.  $F_{H_{dom}} = 0,32578 + 0,06705 \cdot \ln D + 0,05294 \cdot (3,23 - \ln H_{dom})^{2,5} - 0,03249 \cdot (\ln G)^{0,8}$

Gran — *Spruce*

16.  $F_H = 0,48163 + 0,05424 \cdot (3,10 - \ln H)^{2,3}$   
 17.  $F_{H_{dom}} = 0,43181 - 0,04831 \cdot (3,13 - \ln D)^{1,3}$   
 18.  $F_{H_{dom}} = 0,47446 - 0,06208 \cdot (3,13 - \ln D)^{1,3} - 0,00220 \cdot H$

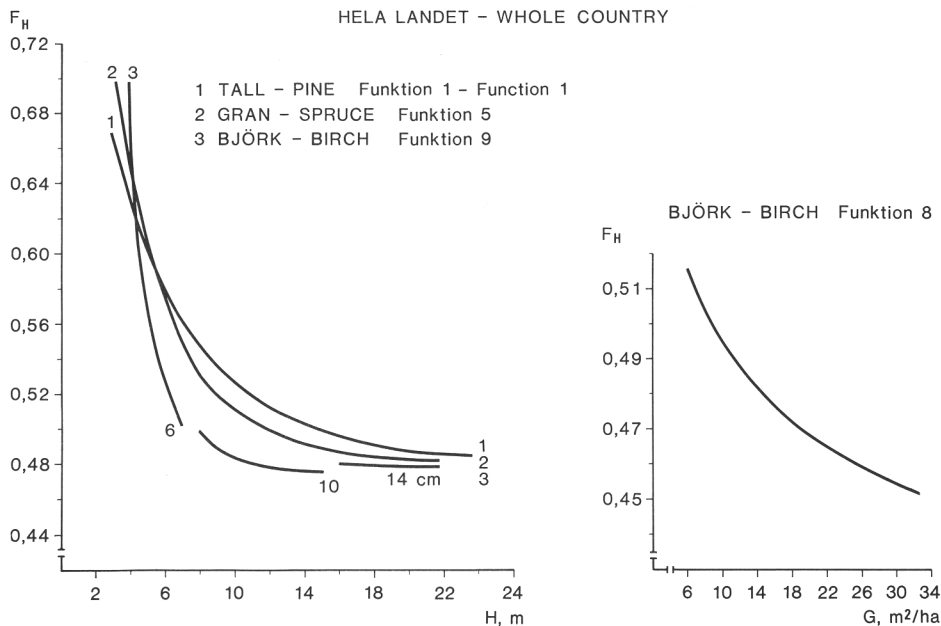
Norra Finland — *Northern Finland*  
 (Distriktskogsnämnder 16–19 — *Forestry board districts 16–19*)

Tall — *Pine*

19.  $F_H = 0,48519 + 0,04966 \cdot (3,18 - \ln H)^{1,7}$   
 20.  $F_H = 0,48836 + 0,05567 \cdot (3,18 - \ln H)^{1,7} - 0,00586 \cdot (5,64 - \ln T)^{1,8}$   
 21.  $F_{H_{dom}} = 0,24397 + 0,07226 \cdot \ln D + 0,06533 \cdot (3,23 - \ln H_{dom})^{2,5}$   
 22.  $F_{H_{dom}} = 0,29289 + 0,06499 \cdot \ln D + 0,05415 \cdot (3,23 - \ln H_{dom})^{2,5} + 0,000004 \cdot (T)^{1,6} - 0,01821 \cdot (\ln G)^{0,8}$

Gran — *Spruce*

23.  $F_H = 0,47218 + 0,05045 \cdot (3,10 - \ln H)^{2,3}$   
 24.  $F_H = 0,44819 + 0,04802 \cdot (3,13 - \ln D)^{1,3} + 0,02684 \cdot (3,10 - \ln H)^{2,3}$   
 25.  $F_{H_{dom}} = 0,46592 - 0,02959 \cdot \ln G$   
 26.  $F_{H_{dom}} = 0,49034 - 0,03108 \cdot \ln G - 0,02874 \cdot (3,13 - \ln D)^{1,3}$



Figur 2.  $F_H$ -formtal för tall-, gran- och björkbestånd (formtalsvärdena för björk funktion 9 är medeltal för två skogstypgrupper:  $B < 9$  och  $B \geq 9$ ).

Figure 2. Breast height form factor,  $F_H$ , in pine, spruce and birch stands (the values for birch function 9 are means of two forest site types:  $B < 9$  and  $B \geq 9$ ).

Som av funktionerna framgår begränsas användningen av dessa av vissa maximalvärden för bestämda kriterier i grundmaterialet. Till exempel i tallfunktion 1 är det största värdet för medelhöjden, för vilket formtalsvärde kan beräknas 24 m (logaritmisk värde 3,18) på grund av variabeltransformationens struktur i funktionen. På motsvarande sätt finns begränsningar uppåt för medelhöjden, övre höjden, medeldiameter och beståndsåldern inom funktionerna.

I figur 2 och i figur 3 är några funktioner grafiskt avbildade för bl a jämförelse av de olika trädslagens formtalsvärden och variation enligt de viktigaste beståndskriterierna.

Funktionerna 15 och 22 för delområdena Södra och Norra Finland, vilka innehåller variablerna medeldiameter, övre höjd, grundytta samt beståndsålder för funktion 22, är de bästa för noggrann beräkning av  $F_{H_{dom}}$ -formtalet för tallbestånd. För praktiskt bruk föreslås avläsning från tabellerna i bilaga 3 med medeldiameter och övre höjd som kriterier, där funktionerna 14 och 21 är basen. Annars kan  $F_{H_{dom}}$ -formtalet för tall grovt avläsas från figur 3 eller noggrant beräknas från funktion 4.

Bestämning av  $F_H$ -formtalet för tallbestånd sker för mera teoretiskt ändamål bäst genom att använda funktionerna 13 och 20,

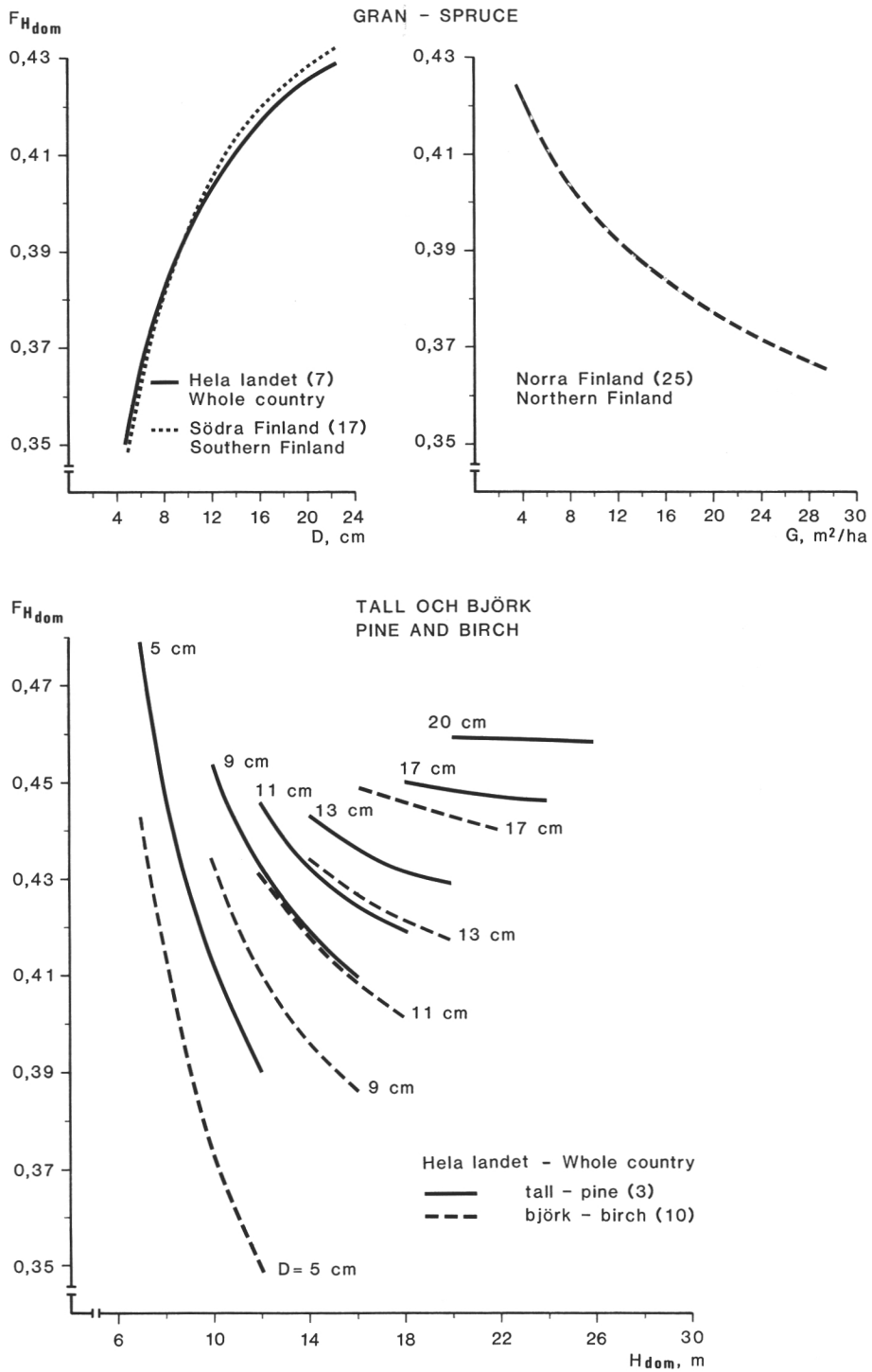
där medelhöjden och skogstyp krävs för Södra Finland och medelhöjd och beståndsålder för norra delen av landet. Av praktiska skäl kan man lättare avläsa  $F_H$ -formtalet för tall enligt endast medelhöjd från tabell 7 (funktion 12 och 19), samt från figur 2 där hela landets funktion 1 är basen.

På motsvarande sätt beräknas  $F_H$ -formtalet för granbestånd från funktionerna 16 och 23 eller direkt från tabell 7 enligt medelhöjden. Figur 2 ger möjlighet för en grövre bestämning enligt hela landets funktion 5.

$F_{H_{dom}}$ -formtalet för granbestånd kan beräknas enligt funktionerna 18 och 26 eller avläsas från tabellerna i bilaga 4 baserat på de nämnda funktionerna, där förutom medeldiametern krävs kännedom om beståndets medelhöjd för södra och om grundytan för norra delen av landet. En grövre avläsning av formtalet kan ske från kurvorna i figur 3 (funktionerna 7, 17 och 25).

Björkbeståndens formtalsfunktioner 9 och 10 för hela landet finns i tabellform i bilaga 1 och 2, där diameter och medelhöjd/övre höjd krävs.  $F_H$ -formtalet framgår som kurvor i figur 2, samt för avläsning enligt beståndets grundytta också i tabell 7.  $F_{H_{dom}}$ -formtalet för björk framgår tillsammans med tallens enligt medeldiameter och övre höjd i figur 3.





Figur 3.  $F_{H_{dom}}$ -formtal för tall-, gran- och björkbestånd.  
 Figure 3. Breast height form factor,  $F_{H_{dom}}$ , in pine, spruce and birch stands.

Tabell 7. Områds- och trädslagsvisa formtalsvärden:  $F_H$  på basen av funktionerna 8, 12, 19, 16 och 23.  
 Table 7. Breast height form factor values ( $F_H$ ) calculated from function 8, 12, 19, 16 and 23.

	6	8	10	12	14	16	18	G, m <sup>2</sup> /ha				28	30	32
								20	22	24	26			
<b>Björk — Birch</b>														
Hela landet — Whole country	0,515	0,504	0,495	0,488	0,482	0,477	0,472	0,469	0,465	0,462	0,459	0,456	0,454	0,452
								H, m						
								12	14	16	18	20	22	24
<b>Tall — Pine</b>														
S. Finland		0,792	0,653	0,589	0,551	0,533	0,511	0,500	0,492	0,486	0,482	0,480	0,479	
N. Finland		0,719	0,619	0,572	0,544	0,525	0,512	0,503	0,496	0,491	0,488	0,486	0,485	
<b>Gran — Spruce</b>														
S. Finland		0,891	0,669	0,582	0,538	0,514	0,499	0,491	0,486	0,483	0,482	0,482	—	
N. Finland		0,852	0,646	0,566	0,525	0,502	0,489	0,481	0,476	0,474	0,473	0,472	—	

### 35. Funktionernas tillförlitlighet

Funktionernas tillförlitlighet kan värderas på basen av de statistisk-matematiska karaktärerna som finns angivna i tabellerna 8, 9a, 9b och residualerna i figur 4 och 5, samt vid jämförelse med resultat från tidigare undersökningar (se t ex figur 6).

Av tabell 8 framgår att tallfunktionerna förklarar ca 21—47 % av variationen i formtalen. För granfunktionerna är förklaringsgraden ca 20—52 % och för björkfunktionerna 17—60 %. En jämförelse av de olika formtalsfunktionerna för de olika trädslagen och delområdena enligt förklaringsgraden ( $100 R^2$ , %) är svår, när spridningen i den beroende variabeln icke är densamma. Ett lägre värde på  $100 R^2$  % betyder i sig själv icke att funktionen är mindre tillförlitlig. Emellertid kan konstateras att förklaringsgraden i allmänhet är låg. Jämförs endast funktionerna för samma formtal inom de enskilda användningsområdena, ses från tabell 8 att tallfunktionernas förklaringsgrad ökar relativt litet när antalet variabler utökas i funktionerna. I gran- och björkfunktionerna ökas däremot förklaringsgraden relativt mycket.

Det relativa felet på formtalsuppskattningen ( $s_y$ , % tabell 8) säger något mera om funktionernas tillförlitlighet (se Mäkinen 1974). Den givna felprocenten eller relativa avvikelserna i tabell 8 är den minsta som kan nås. Den gäller endast för de observationer för vilka de oberoende variablerna har värden som ligger mycket nära variablernas medeltal i detta material. Ju längre bort från

medeltalen de förklarande variablerna ligger, desto större blir felprocenten. Felet ökar dock endast litet vilket framgår ur uppställningen nedan där hela landets tallfunktion 1 granskas:

Funktion 1 — Function 1  
Tall — Pine

H, m	$(3,18 - \ln H)^{1,75}$	$s_y$ , %
4,0	2,78	6,40
13,0	0,43	6,25
13,2 ( $\bar{x}$ )	0,41	6,24
17,0	0,16	6,25
21,0	0,03	6,25

Förutom granfunktionerna för Norra Finland och björkfunktionerna för  $F_{H_{dom}}$ -formtalet, sjunker den relativa felprocenten litet när antalet oberoende variabler utökas i funktionerna. Från tabell 8 ses att felprocenterna är i allmänhet något större för  $F_{H_{dom}}$ -formtalets del och också för tallbestånden jämfört med gran- och björkbestånden.  $F_H$ -formtalets felprocent är av storleksordning 5—6,5 % och  $F_{H_{dom}}$ -formtalets 6—8 %. Detta medelfel för formtalsuppskattningen beror mycket på variationen i formtalsvärdena för de olika trädslagen inom hela landets och delområdenas material.

Med undantag av björkekvationen nr. 10, som ger en relativt grov uppskattning av  $F_H$ -formtalet med hjälp av beståndsgrundytan, innehåller alla  $F_H$ -funktioner medelhöjden som oberoende variabel. Så som korrelationskoefficientvärdena också visade, har denna variabel i allmänhet större betydelse (jmf t-värdena i tabell 9a och 9b) än de övriga variablerna.

Tabell 8. Statistiska tal för formtalsfunktionerna 1—26.  
 Table 8. General statistical characteristics of the functions 1—26.

Funktion nr. Function no	Användningsområde Area of application	Formtal Form-factor	100R <sup>2</sup> , %	s* <sub>y</sub>	s* <sub>c</sub>	s <sub>y</sub> %	$\bar{y}^*$	n
1	Hela landet Whole country	-F <sub>H</sub>	32,5	0,03875	0,03185	6,2	0,5102	637
2	"	F <sub>H</sub>	33,1	0,03875	0,03175	6,2	0,5102	637
3	"	F <sub>H</sub>	36,3	0,04410	0,03526	8,1	0,4370	637
4	"	F <sub>H<sup>dom</sup></sub>	39,8	0,04410	0,03433	7,9	0,4370	637
12	S. Finland	F <sub>H<sup>dom</sup></sub>	45,5	0,04230	0,03129	6,2	0,5075	252
13	"	F <sub>H</sub>	47,1	0,04230	0,03088	6,1	0,5075	252
14	"	F <sub>H</sub>	37,6	0,04275	0,03391	7,9	0,4322	252
15	"	F <sub>H<sup>dom</sup></sub>	41,2	0,04275	0,03298	7,6	0,4322	252
19	N. Finland	F <sub>H<sup>dom</sup></sub>	21,4	0,03618	0,03213	6,3	0,5120	385
20	"	F <sub>H</sub>	22,8	0,03618	0,03187	6,2	0,5120	385
21	"	F <sub>H</sub>	35,5	0,04473	0,03603	8,2	0,4401	385
22	"	F <sub>H<sup>dom</sup></sub>	38,9	0,04473	0,03515	8,0	0,4401	385
Gran — Spruce								
5	Hela landet Whole country	-F <sub>H</sub>	19,6	0,02978	0,02675	5,4	0,4923	240
6	"	F <sub>H</sub>	22,1	0,02978	0,02646	5,4	0,4923	240
7	"	F <sub>H</sub>	31,8	0,03167	0,02620	6,6	0,3971	240
16	S. Finland	F <sub>H<sup>dom</sup></sub>	17,3	0,02890	0,02635	5,4	0,4917	194
17	"	F <sub>H</sub>	37,2	0,03212	0,02552	6,4	0,3987	194
18	"	F <sub>H<sup>dom</sup></sub>	38,9	0,03212	0,02524	6,4	0,3987	194
23	N. Finland	F <sub>H<sup>dom</sup></sub>	34,2	0,03349	0,02748	5,6	0,4945	46
24	"	F <sub>H</sub>	51,5	0,03349	0,02385	4,9	0,4945	46
25	"	F <sub>H</sub>	21,0	0,02911	0,02617	6,8	0,3906	46
26	"	F <sub>H<sup>dom</sup></sub>	32,7	0,02911	0,02443	6,3	0,3906	46
Björk — Birch								
8	Hela landet Whole country	-F <sub>H</sub>	16,6	0,03424	0,03156	6,6	0,4806	55
9	"	F <sub>H</sub>	23,9	0,03424	0,03074	6,5	0,4806	55
10	"	F <sub>H</sub>	48,1	0,04491	0,03297	8,3	0,4003	55
11	"	F <sub>H<sup>dom</sup></sub>	60,5	0,04491	0,02905	6,1	0,4003	55

\* logaritmisk enhet — logarithmic unit

Andra karaktärstiska än medelhöjden kan endast obetydligt förklara en del av F<sub>H</sub>-formtalets variation. I vissa funktioner har dock skogstypen (B) som "dummy"-variabel tillsammans med medelhöjden, lett till en något bättre uppskattningsfunktion. Således har tallfunktionerna 2 och 13 baserats på en tudelning av materialet i marker, bättre än VT-typ (lingontyp) och i marker som är VT eller sämre (se symbolförklaring på sidan 1). I hela landets granfunktion (6) bildar på motsvarande sätt bättre och sämre typer än PyT-typ (Pyrola) två olika beräkningsmallar. För björk i funktion 9, går gränsen på de friska momarkerna mellan goda och svaga GDMT-typer (skogsnävaekbräkenblåbärs-typ).

I några fall (funktionerna 6, 9, 20, 24) är beståndsåldern eller medeldiametern med som förbättrande variabler vid formtalsuppskattningen. Emellertid är det svårt att ge någon allmän tillförlitlig förklaring på varför

bestånds-åldern har betydelse i t ex tall-funktionen för norra delen av landet och icke i funktionen för södra delen. Speciellt björkmaterialet och det nordliga granmaterialet är så litet och det sistnämnda också skevt fördelat på beståndsutvecklingsfaserna, att tilläggsvariablernas betydelse icke är allmän, utan endast en följd av grundmaterialets bristfälligheter.

I F<sub>H<sup>dom</sup></sub>-funktionerna visar medeldiametern i allmänhet något högre t-värden än övre höjden. Om grundytan är signifikant variabel i några funktioner, så kan denna icke ersätta medeldiameterns starka betydelse för uppskattning av F<sub>H<sup>dom</sup></sub>-formtalet. Medeldiametern är tyvärr icke speciellt lämplig i praktiskt uppskattningsarbete, men enbart övre höjden eller grundytan ger icke en tillräckligt noggrann funktion i allmänhet för bestämning av F<sub>H<sup>dom</sup></sub>-formtalet.

Funktionernas tillförlitlighet värderat mot eget grundmaterial framgår ur figurerna 4

Tabell 9a. Variablernas regressionskoefficienter och deras tillförlitlighet i hela landets formtalsfunktioner 1—11.

Table 9a. Significance of the different independent variables in the functions 1—11.

Funktion nr. Function no	Variabel Variable	Regressions koefficient Regression coefficient	Koefficientes relativa fel Relative standard error of coeff.	t-värde t-value
Tall Pine	1 konstant — <i>constant</i>	0,48183	0,43	234,30
	(3,18—ln H) <sup>1,75</sup>	0,05595	5,72	17,50
	2 konstant — <i>constant</i>	0,48357	0,45	221,00
	(3,18—ln H) <sup>1,75</sup>	0,05481	5,89	16,99
	B (dummy 13)	—0,00836	43,90	2,28
	3 konstant — <i>constant</i>	0,24595	4,35	23,01
	(3,23—ln H <sub>dom</sub> ) <sup>2,5</sup>	0,06366	6,74	14,85
	ln D	0,07067	5,78	17,31
	4 konstant — <i>constant</i>	0,30122	5,53	18,07
	(3,23—ln H <sub>dom</sub> ) <sup>2,5</sup>	0,05450	8,63	11,58
ln D	0,06577	6,22	16,07	
(ln G) <sup>0,8</sup>	—0,02203	24,96	4,01	
(T) <sup>1,6</sup>	0,000004	28,94	3,44	
Gran Spruce	5 konstant — <i>constant</i>	0,48116	0,47	213,00
	(3,10—ln H) <sup>2,3</sup>	0,04719	13,11	7,63
	6 konstant — <i>constant</i>	0,49479	1,19	84,05
	(3,10—ln H) <sup>2,3</sup>	0,04298	14,88	6,72
	T	—0,00012	49,75	2,07
	B (dummy 5)	—0,00843	45,98	2,18
	7 konstant — <i>constant</i>	0,42844	0,80	125,30
(3,13—ln D) <sup>1,3</sup>	—0,04526	9,49	10,54	
Björk Birch	8 konstant — <i>constant</i>	0,60686	6,43	15,55
	(ln G) <sup>0,8</sup>	—0,05748	30,74	3,25
	9 konstant — <i>constant</i>	0,41004	8,36	11,96
	(3,00—ln H) <sup>4,0</sup>	0,03152	38,64	2,59
	ln D	0,03286	44,46	2,25
	B (dummy 9)	—0,02060	41,60	2,40
	10 konstant — <i>constant</i>	0,14313	26,46	3,78
	(3,23—ln H <sub>dom</sub> ) <sup>2,5</sup>	0,06951	21,54	4,64
	ln D	0,10638	14,90	6,71
	11 konstant — <i>constant</i>	0,33685	17,47	5,72
	(3,23—ln H <sub>dom</sub> ) <sup>2,5</sup>	0,03362	47,47	2,11
ln D	0,10285	13,61	7,35	
(ln G) <sup>0,8</sup>	—0,08065	25,02	4,00	

och 5, där enbart hela landets funktioner presenterats. Motsvarande grafiska granskningar har gjorts för de andra ekvationerna, och med likartade resultat. Residualerna har även framställts i förhållande till andra kriterier, bl a medelhöjd och övre höjd som försäkring om att avvikelserna inte beror på deras storlek.

Residualernas storlek varierar inte mycket med ökad storlek för höjdkriterierna. Också figurerna 4 och 5 visar det samma för de beräknade formtalsvärdena. Den största avvikelsen i tallfunktionerna är drygt 30 %, medan de största avvikelserna i gran- och björkfunktionerna är omkring 17—18 %.

För F<sub>H</sub>-formtalets del finns några tidigare undersökningar för värdering av funktionernas tillförlitlighet. Som av figurerna 2 och 6 framgår, kan brösthöjdsformtalet baserat på medelhöjden i beståndet variera betydligt

från det ungefärliga värdet ca 0,50, som tidigare använts (jmf Eklund 1954).

En bättre jämförelsebas för de presenterade formtalsfunktionerna ger formtalsvärdet enligt Nyssönen (1954b), där dessa redovisats trädslagsvis i förhållande till medelhöjden för goda och tillfredställande bestånd i Södra Finland (se figur 12). Materialet är uppmätt vid ungefär samma tidsperiod som grundmaterialet i denna undersökning, och i någon mån utgör observationer från den tredje riksskogstaxeringens provytor också en del av materialet i nämnda undersökning. Huvuddelen av observationerna är emellertid från behandlade bestånd (se Nyssönen 1954c), kompletterade med observationer från fasta försöksytor och mätningresultat från avgränsade bestånd i samband med uppskattning på flygbilder (se Nyssönen 1955).

Tabell 9b. Variablernas regressionskoefficienter och tillförlitlighet i delområdenas formtalsfunktioner 12—26.

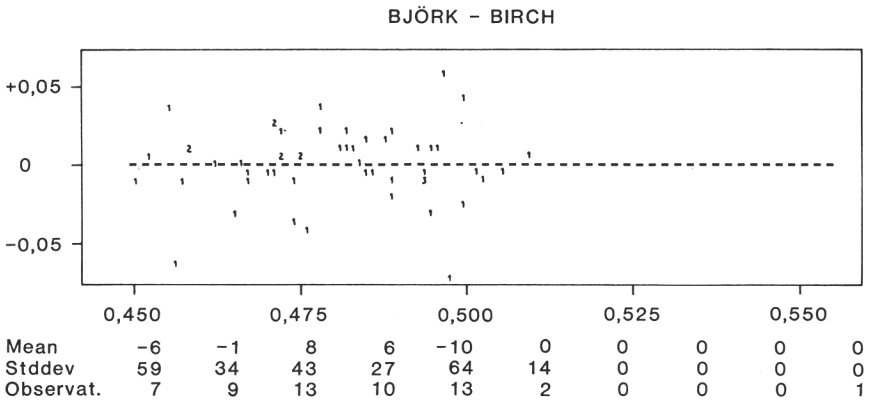
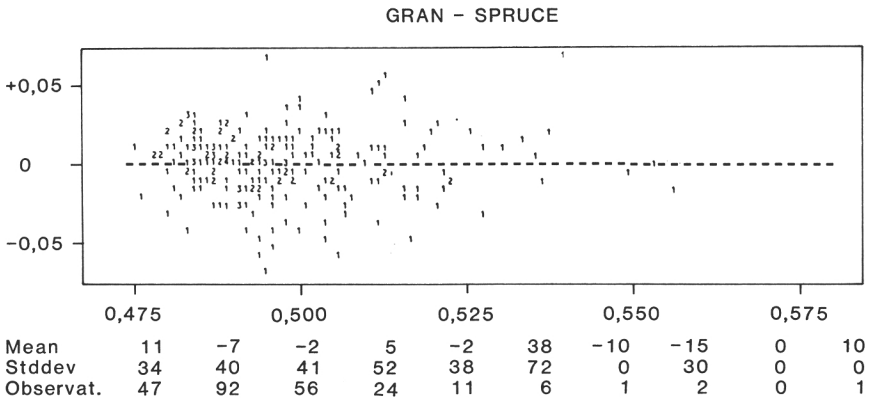
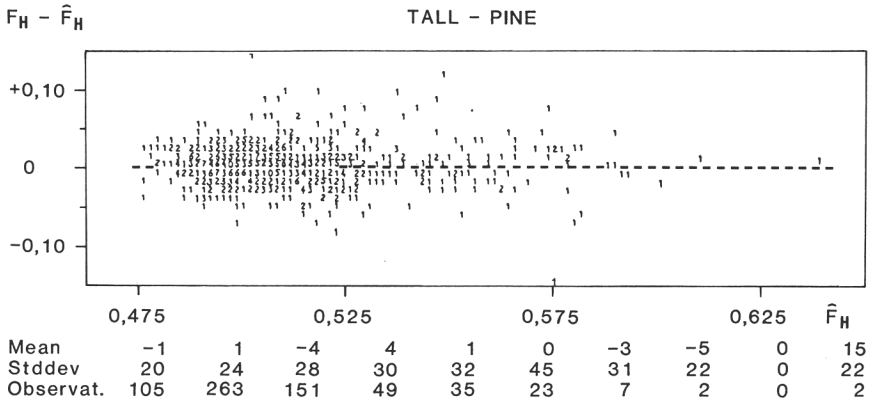
Table 9b. Significance of the different independent variables in the functions 12—26.

Funktion nr. Function no	Variabel Variable	Regressionskoefficient Regression coefficient	Koefficientens relativa fel Relative standard error of coeff.	t-värde t-value		
Tall Pine	12 konstant — <i>constant</i> (3,18—ln H) <sup>1,8</sup>	0,47945 0,06054	0,58 6,92	173,20 14,45		
	13 konstant — <i>constant</i> (3,18—ln H) <sup>1,8</sup> B (dummy 13)	0,48255 0,05941 -0,01387	0,61 6,99 36,18	163,30 14,30 2,76		
	14 konstant — <i>constant</i> (3,23—ln H <sub>dom</sub> ) <sup>2,5</sup> ln D	0,24971 0,06081 0,06791	6,54 8,54 9,20	15,30 10,66 10,88		
	15 konstant — <i>constant</i> (3,23—ln H <sub>dom</sub> ) <sup>2,5</sup> ln D (ln G) <sup>0,8</sup>	0,32578 0,05294 0,06705 -0,03249	7,72 11,15 9,06 25,60	12,96 8,97 11,03 3,90		
	Gran Spruce	16 konstant — <i>constant</i> (3,10—ln H) <sup>2,3</sup>	0,48163 0,05424	0,51 15,79	194,60 6,33	
		17 konstant — <i>constant</i> (3,13—ln D) <sup>1,3</sup>	0,43181 -0,04831	0,84 9,37	119,70 10,67	
		18 konstant — <i>constant</i> (3,13—ln D) <sup>1,3</sup> H	0,47446 -0,06208 -0,00220	3,98 12,03 43,18	25,15 8,31 2,30	
		Tall Pine	19 konstant — <i>constant</i> (3,18—ln H) <sup>1,7</sup>	0,48519 0,04966	0,64 9,81	156,50 10,20
	20 konstant — <i>constant</i> (3,18—ln H) <sup>1,7</sup> (5,64—ln T) <sup>1,5</sup>		0,48836 0,05567 -0,00586	0,67 9,56 37,23	143,20 10,46 2,69	
	21 konstant — <i>constant</i> (3,23—ln H <sub>dom</sub> ) <sup>2,5</sup> ln D		0,24397 0,06533 0,07228	5,77 10,06 7,42	17,34 9,94 13,47	
	22 konstant — <i>constant</i> (3,23—ln H <sub>dom</sub> ) <sup>2,5</sup> ln D (ln G) <sup>0,8</sup> (T) <sup>1,6</sup>		0,29289 0,05415 0,06499 -0,01821 0,000004	7,93 14,42 8,44 42,49 29,75	12,60 6,93 11,85 2,35 3,67	
	Gran Spruce		23 konstant — <i>constant</i> (3,10—ln H) <sup>2,3</sup>	0,47218 0,05045	1,31 20,92	76,31 4,78
			24 konstant — <i>constant</i> (3,10—ln H) <sup>2,3</sup> (3,13—ln D) <sup>1,3</sup>	0,44819 0,02684 0,04802	1,82 40,84 25,49	55,07 2,45 3,92
			25 konstant — <i>constant</i> ln G	0,46592 -0,02959	4,80 29,26	20,83 3,42
			26 konstant — <i>constant</i> ln G (3,13—ln D) <sup>1,3</sup>	0,49034 -0,03107 -0,02874	4,63 26,06 36,53	21,59 3,84 2,74

Resultaten i figur 6 stämmer i stort överens. Emellertid ger de presenterade funktionerna systematiskt något lägre och högre formtalsvärden än Nyssönens för medelhöjder som är lägre respektive högre än ca 15 m för tall- och björk. För granbestånden är resultaten lägre över hela denna undersökningens höjdvariationsintervall (4—22 m). Björkfunktion 9 för hela landet är dock icke helt jämförbar med Nyssönens resultat bl a på grund av att funktionen också innehåller medeldiametern som andra variabel.

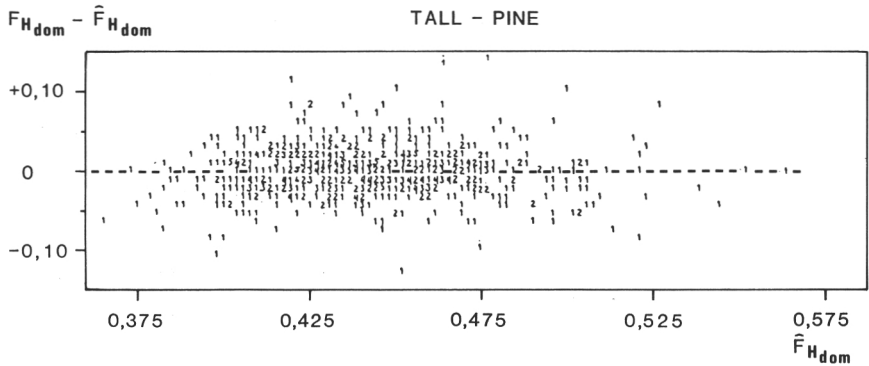
Osäkerheten i Nyssönens formtalskurvor beror på materialets knappa omfång, endast 354 observationer (152 tall-, 102 gran- och 100 björkbestånd), och en subjektiv grafisk utjämning av materialet. Emellertid använde Nyssönen för kontroll av kurvorna ett tilläggsmaterial på 392 observationer, därav alltsomallt 277 i blådade bestånd från olika delar av landet (136 tall-, 81 gran- och 60 björkbestånd). Testningen av blådade bestånd avslöjade för alla trädslag att hans kurvor i figur 6 gav för höga formtalsvärden.

När denna undersöknings funktioner också

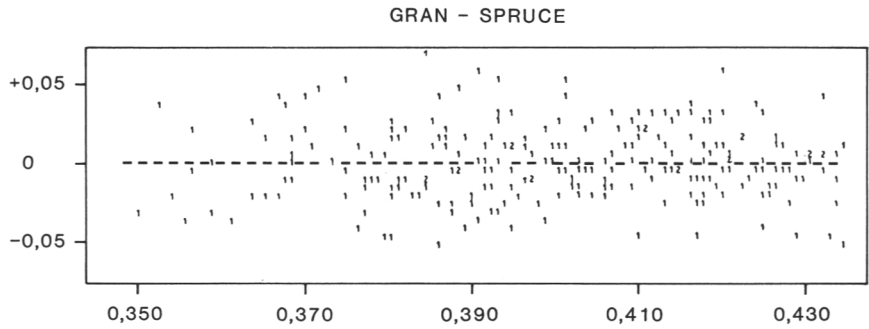


Figur 4. Residualerna i förhållandet till beräknat formtalsvärden ( $\hat{F}_H$ ) för hela landets funktioner 2, 7 och 9.

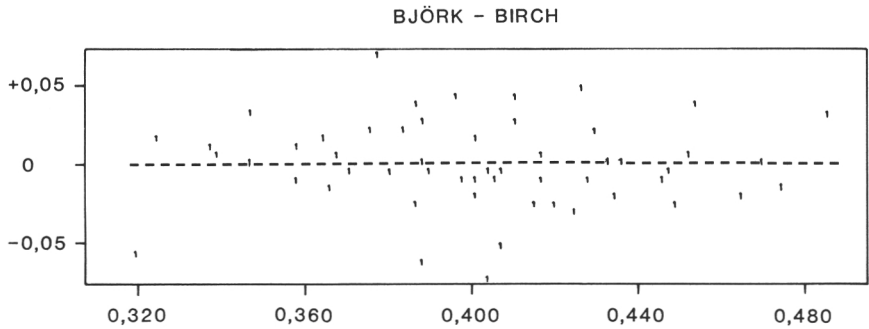
Figure 4. Residuals from the whole country functions 2, 7 and 9 plotted against calculated breast height form factor values ( $F_H$ ).



Mean	-27	-7	3	1	3	-1	-11	-1	-20	-10
Stddev	40	32	29	28	31	34	35	55	32	20
Observat.	10	58	147	174	139	66	30	8	3	2



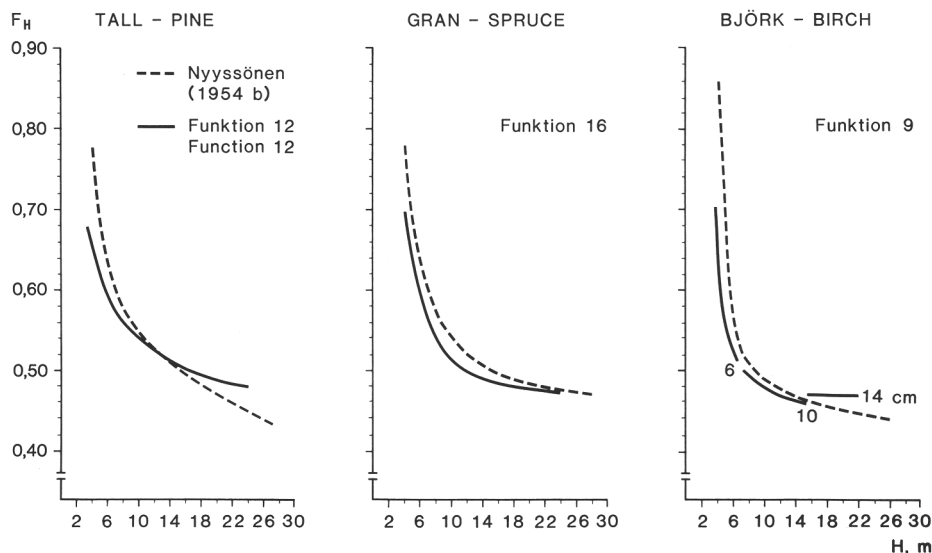
Mean	-12	-10	26	-12	1	0	3	5	1	-10
Stddev	58	54	51	51	52	41	37	40	40	44
Observat.	6	9	15	27	36	31	30	35	30	21



Mean	-40	23	0	17	-18	-11	1	0	-23	55
Stddev	114	37	24	75	64	59	50	45	35	78
Observat.	2	4	6	9	9	8	7	5	3	2

Figur 5. Residualerna i förhållandet till beräknat formtalsvärden ( $\hat{F}_{H_{dom}}$ ) för hela landets funktioner 3, 8 och 11.

Figure 5. Residuals from the whole country functions 3, 8 and 11 plotted against calculated breast height form factor values ( $\hat{F}_{H_{dom}}$ ).



Figur 6. Jämförelse med formtal enligt Nyssönen (1954b) för Södra Finland. Funktion 9 avser hela landet (se annars figur 2).

Figure 6. Comparison with breast height form factor values ( $F_H$ ) after Nyssönen (1954b) for Southern Finland. Function 9 for birch is for the whole country (cf. figure 2).

i stort ger lägre formtal, kan detta ha förorsakats av att bländningshuggna bestånd i någon mån förekommer i grundmaterialet. Osäkerheten i denna undersöknings resultat är att observationer för medelhöjder över 22—23 m fattas. Denna osäkerhet tillsammans med osäkerheten i den grafiska utjämningen i Nyssönens undersökning, kan förklara de avvikande resultaten för detta höjdiintervall i figur 6 för tall- och björkbestånden. Den poängteras också av att bakom björkfunktionen finns endast 55 provytebestånd.

I följande uppställning kan skillnaderna kvantifieras från jämförelse av formhöjder (produkten av höjd och formtal) enligt tall och granfunktionerna i figur 6 och motsvarande formhöjder enligt Nyssönen (1954b) och Ruotsalainen (1974):

	H, m									
	6	8	10	12	14	16	18	20	22	
<b>Tall — Pine</b>										
Funktion 12	3,53	4,41	5,33	6,13	7,00	7,87	8,75	9,64	10,56	
Nyssönen (1954b)	3,75	4,56	5,40	6,24	7,08	7,89	8,60	9,30	9,97	
Ruotsalainen (1974)	3,60	4,60	5,50	6,30	7,20	8,00	8,80	9,60	10,40	
<b>Gran — Spruce</b>										
Funktion 16	3,49	4,30	5,14	5,99	6,87	7,78	8,69	9,64	10,60	
Nyssönen (1954b)	3,75	4,56	5,40	6,24	7,08	7,93	8,79	9,68	10,56	

En jämförelse med de formhöjder som Nyssönen erhållit visar att tallfunktionen (12) ger omkring 6 % lägre formhöjd vid en medelhöjd på 6 m, och omkring 6 % större formhöjd vid en medelhöjd på 22 m. Vid 16 m är skillnaden obefintlig. För granfunktionen (16) är skillnaden mellan formhöjderna ungefär 7 % vid 6 m medelhöjd för att försvinna vid ca 21 m. Ruotsalainens formhöjdsformel för simulerade bestånd ger ungefär samma resultat som tallfunktionen 12. Resultaten avviker dock på samma sätt som Nyssönens värden. I allmänhet avviker resultaten relativt litet.

För björkbestånd ger resultaten enligt Kilkki och Siitonen (1975) en bättre jämförelsebas, då deras funktion för björk innehåller samma oberoende variabler som i funktion 9. Den bygger dock på simulerade bestånd och är förstärkt med medelträdet formtal som viktigaste oberoende variabel. Resultaten är därför beroende av att korrelationen och förhållandet mellan medelträdet och beståndets formtal uppfyller vissa förutsättningar (se Kilkki och Siitonen l.c., s. 16—18).

I tabell 10 ges formtalsvärden för björk enligt funktion 9 och till jämförelse motsvarande för simulerade bestånd samt medelvärden för glas- och vårtbjörk enligt Braastad (1967, s. 309—310, funktion 3.). Då björk-



Tabell 10. Formhöjder enligt funktion 9 för björkbestånd och motsvarande formhöjder för simulerade bestånd enligt Kilkki och Siitonen (1975) samt medelvärden för glas- och vårtbjörkbestånd enligt Braastad (1967, funktion 3).  
*Table 10. Form height values from function 9 for birch stands compared with values for simulated stands by Kilkki and Siitonen (1975) and mean values for Betula verrucosa and pubescens stands by Braastad (1967, function 3).*

Trädslag och funktion	H, m									
<i>Tree species and function</i>	D, cm	4	6	8	10	12	14	16	18	20
Björk — <i>Birch</i>										
Funktion 9, B < 9	6	2,73	3,20	3,93	4,76					
B ≥ 9		2,64	3,09	3,77	4,56					
Kilkki och Siitonen (1975)		2,90	3,30	4,00	4,90					
Braastad (1967)		2,35	3,34	4,25	5,12					
”	10		3,32	4,07	4,93	5,85	6,80			
			3,19	3,90	4,73	5,60	6,51			
			3,10	4,00	4,90	5,90	6,90			
			3,22	4,10	4,90	5,70	6,48			
”	14		4,16	5,04	5,98	6,96	7,79	8,77		
			3,99	4,84	5,74	6,67	7,62	8,57		
			3,80	4,80	5,80	6,70	7,70	8,70		
			3,97	4,76	5,54	6,28	7,06	7,92		
”	18				5,12	6,43	7,07	8,08	9,09	10,10
					4,92	6,19	6,79	7,75	8,72	9,69
					4,60	5,60	6,60	7,50	8,50	9,50
					4,66	5,40	6,14	6,90	7,73	8,63

materialet i denna undersökningen är mycket begränsat och bristfälligt, måste granskningen avgränsas till endast några diameter- och höjdklasser. För simulerade bestånd finns emellertid tabeller för björkbestånd upp till 30 m medelhöjd och 40 cm medeldiameter (se Kilkki och Siitonen l.c., s. 19).

Tabell 10 visar att resultaten stämmer väl överens, i synnerhet för björkmaterialets medeldiametervärde (10 cm). Emellertid avslöjar tabellen, att funktion 9 ger ologiska resultat för diametrar större än och mindre än 10 cm, något som också ses från kurvorna i figur 2 och 6. Funktionsmallen för simulerade bestånd och för de norska björkbestånden (Braastad l.c.) ger som naturligt är, lägre formhöjder för ökande diametrar inom samma höjdklass. Funktion 9 ger större formhöjder, vilket beror på bristfälligheter i materialet och i funktionsmodellen.

Björkmaterialets omfång (endast 55 bestånd) och dess fördelning på de olika diameterklasserna, visar att formtalet ( $F_H$ ) korrelerar positivt med diametern (se tabell 3, s. 8). Logiskt vore att denna korrelerar negativt med formtalet, så som för tall- och granbestånden. Av denna orsak är funktion 9 i bilaga 1 endast tabellerad för björkmateria-

lets medeldiametervärde på två olika skogstypgrupper. Bestämning av björkbeståndens formtal ( $F_H$ ), borde ske på basen av funktion 8, eller med avläsning enligt beståndets grundyta från tabell 7 eller figur 2.

$F_H$ -funktion 24 för gran i Norra Finland innehåller samma kriterier, som för simulerade granbestånd i Mellersta och Södra Finland enligt Kilkki och Siitonen (l.c.). I tabell 11 kan dessa jämföras. Denna undersökningsfunktion ger systematisk lägre formhöjdsvärden än de för simulerade bestånd. I vissa intervaller av tabellen är dock överensstämmelsen rätt god. Inom den enskilda höjdklassen minskar skillnaden med ökande diameter. På samma sätt ökar skillnaden med ökande höjd inom diameterklasserna. Det är dock att bemärka, att denna undersöknings granmaterial för Norra Finland är litet, blott 46 observationer. Å andra sidan gäller de simulerade värdena för södra delen av landet.

Frågan är om formhöjderna för Norra Finland borde vara lägre än för Södra Finland, så som resultaten i tabell 11 visar. Denna undersökningen visar något högre  $F_H$ -formtal för Norra Finland både för tall och gran, men det finns dock ingen signifikant skillnad för granbestånden. Troligen

Tabell 11. Formhöjder enligt funktion 24 för granbestånd i Norra Finland samt motsvarande formhöjder för simulerade bestånd enligt Kilkki och Siitonen (1975).

Table 11. Form height values from function 24 for spruce stands in Northern Finland compared with values for simulated stands by Kilkki and Siitonen (1975).

Trädslag och funktion <i>Tree species and function</i>	D, cm	H, m									
		4	6	8	10	12	14	16	18	20	
Gran — Spruce											
Funktion 24	5	2,49	3,48								
Kilkki ja Siitonen (1975)		3,10	3,80								
”	10	2,31	3,21	4,11	5,02	5,93	6,86				
”		2,70	3,30	4,30	5,40	6,60	7,90				
”	15			3,93	4,80	5,67	6,56	7,45	8,36		
”				4,05	5,00	6,05	7,20	8,40	9,70		
”	20					5,52	6,38	7,26	8,14	9,04	
”						5,60	6,70	7,80	8,90	10,20	
”	22, 5							7,21	8,08	8,97	
”								7,55	8,65	9,82	

förklaras detta endast av att de nordfinska bestånden fördelar sig på lägre höjdklasser, och den negativa korrelationen med formtalet i medeltal ger högre formtalsvärden (S-F: H = 15,1 m, D = 11,8 cm och N-F: H = 11,8 m, D = 11,2 cm, se i övrigt figur 1).

För jämförelse med  $F_{H_{dom}}$ -funktionerna finns få undersökningar. Vuokila (1964) har emellertid utvecklat volymfunktioner för tall, där  $F_{H_{dom}}$ -formtalet bl a ingår som en konstant 0,44 (på bark) och 0,50 (utan bark). Beståndens volym på bark kan bestämmas enligt grundytan (t ex med relaskop) och övre höjden enligt ekvationen:  $V = 0,44 \cdot G \cdot H_{dom}$ . Denna undersöknings medelvärde för  $F_{H_{dom}}$ -formtalet är ungefär detsamma (0,437). Från figur 3 ses att för tallmaterialets medelvärden för diametern (12 cm) och övre höjden (15 m), är detta ett tillfredsställande estimat för  $F_{H_{dom}}$ -formtalet.  $F_{H_{dom}}$ -funktionerna i denna undersökningen ger enligt

diametern och övre höjden varierande formtalsvärden, och möjliggör därmed en noggrannare volymuppskattning enligt formeln  $V = F_{H_{dom}} \cdot G \cdot H_{dom}$  än genom att endast använda ett konstant värde för formtalet.

Granskas medelfelen för funktionerna, så är dessa relativt stora jämfört med de tidigare nämnda undersökningarnas. Kilkki och Siitonen (1975) och Ruotsalainen (1974) erhöi medelfel för tall, gran och björk på 1,3 till 1,5 %. Detta gäller dock för simulerade bestånd, där variationen i stamform inte varierar lika mycket som i detta materialet. Även Nyssönen (1954) anger ett medelfel som är lägre än resultaten i denna undersökningen. I tabell 8 är medelfelen för  $F_H$ -formtalsfunktionerna 6,2 % för tall, 5,4 % för gran och 6,6 % för björk. Motsvarande tal (genomsnittlig spridning omkring en grafisk utjämnad kurva) i Nyssönens undersökning är 4,6 %, 3,8 % och 4,9 %.

#### 4. SAMMANFATTNING MED SLUTSATSER

Före år 1954, då Nyssönen framlade sin undersökning om volymuppskattning med relaskop, hade man allmänt tillämpat ett ungefärligt värde om 0,5 för brösthöjdsformtalet (Eklund 1954). Detta värde avser då ett brösthöjdsformtal baserat på medelhöjden. Nyssönen (1954b) presenterade brösthöjds-

formtalet trädslagsvis i förhållande till beståndets medelhöjd.

Målsättningen i förevarande undersökning är att ge en bild av brösthöjdsformtalets variation och storlek i ekonomiskogar. I samband med detta avses att klargöra vilka av beståndets karaktäristika mest inverkar på

formtalets variation för de olika trädslagen. Målet är också beräkningsfunktioner för formtalet med hjälp av mätbara beståndskännetecken, som igen ger möjligheter för en kubering enligt formlerna  $V = F_H \cdot G \cdot H$  eller  $V = F_{H_{dom}} \cdot G \cdot H_{dom}$ , där förutom formtalet också beståndets grundyta och medelhöjd/övre höjd är bestämda.

På sammanlagt 932 provytor som mätts vid den tredje riksskogstaxeringen har brösthöjdsformtalet beräknats. För varje provytebestånd erhöles två formtal, eftersom beståndshöjden definierades dels som grundytavägd medelhöjd, dels som övre höjd. Av provytorna fanns 637 i tallbestånd, 240 i granbestånd och 55 i björkbestånd.

Det medelhöjdsbaserade formtalets storlek var i tallbestånd 0,510, i granbestånd 0,492 och i björkbestånd 0,481. Motsvarande variationskoefficienter var 7,6 %, 6,1 % och 7,1 %. Storleken för formtalet baserad på beståndets övre höjd var 0,437, 0,397 och 0,400 med variationskoefficienterna 10,1 %, 8,0 % och 11,2 %. Dessa medeltal för  $F_H$ -formtalets storlek stämmer väl överens med Nyssönens för detta materials medelhöjdevärde för tall (13,2 m) 0,511. För materialets medelhöjder (14,5 och 15,4 m) för gran och björk ger nämnda undersökning högre formtalsvärde 0,503 för gran och lägre för björk 0,467. Jämfört med Vuokilas (1964) resultat för  $F_{H_{dom}}$ -formtalet i tallbestånd 0,440 är överensstämmelsen god.

Nyssönens motsvarande tal för variationen i formtalet är lägre än i denna undersökning. Variationen för  $F_H$ -formtalet kring en grafiskt utjämnad kurva var hos Nyssönen för tall, gran och björk 4,6 %, 3,8 % och 4,9 %. I denna undersökningen avser variationen spridningen kring medeltalet.

$F_{H_{dom}}$ -formtalet visar över lag en större variation än  $F_H$ -formtalet. I tallbestånd är variationen ca 2,5 %, i granbestånd ca 2 % och i björkbestånd ca 4 % större än för  $F_H$ -formtalet. Orsaken till detta torde bero på övre höjdens karaktär. Övre höjden är beräknad endast från en del av beståndets stammar, då däremot volymen, grundytan och medelhöjden innefattar alla stammar. Detta leder till att  $F_{H_{dom}}$ -formtalets variationsintervall och därmed variationen blir större. Till exempel är variationsintervallet för  $F_{H_{dom}}$ -formtalet i tallmaterialet 0,347 mot 0,284 för  $F_H$ -formtalet. Annars visar denna undersökning att det finns skillnader i

formtalets storlek och variation för olika trädslag. Däremot förekommer inga större skillnader i storlek eller variation vad gäller beståndens geografiska läge.

Nyssönen (1954) fann att formtalets korrelation med medelhöjden var någonlunda regelbunden. Också i denna undersökning korrelerar  $F_H$ -formtalet regelbundet med medelhöjden. I synnerhet för tallbestånden är korrelationen klart negativ, vilket betyder att formtalet minskar då medelhöjden ökar; dvs stamformen blir sämre. Medelhöjden korrelerar dock relativt svagt med  $F_H$ -formtalet i björkmaterialet.

Bortsett från björkbestånden, korrelerar beståndstätheten i form av grundyta och volym i almänhet svagt och mindre regelbundet med formtalet än medelhöjden. Grundytans korrelation med formtalet är alltför svag för att kunna förklara variationen i formtalet, vilket framgår också i samband med de utvecklade formtalsfunktionerna.

Skogstypen (B) visar en svag men regelbunden positiv korrelation med formtalet ( $F_H$ ), som skulle betyda att formtalet är större på sämre boniteter. När materialet granskas närmare är skogstypen negativt korrelerad med medelhöjden för tall och gran och starkt negativt korrelerad med grundytan för björk. De framräknade funktionerna som innehåller skogstypen som dummy-variabel, visar så som Nyssönen (1954) antyder att formtalet är högre på bättre skogstyper. I denna undersökning ges en motsatt bild genom korrelationskoefficienten, men detta beror troligen på att man finner de låga medelhöjderna eller grundytorna på de i genomsnitt sämre skogstyperna.

Endast i det tallmaterial som härstammar från södra delen av landet minskar formtalet med stigande ålder, så som Lönnroth (1925) visade för naturnormala tallbestånd.  $F_{H_{dom}}$ -formtalets korrelation med beståndskaraktäristika är mycket svagare och mer oregelbunden än för  $F_H$ -formtalets del. Medeldiametern visar dock en regelbunden positiv korrelation med formtalet. Endast i tallmaterialet kan man urskilja en något regelbunden svag korrelation (negativ) för övre höjden och formtalet. Grundytans korrelation med  $F_{H_{dom}}$ -formtalet är också svagt negativ, och tydligast i det nordfinska granmaterialet och i björkmaterialet.

När  $F_{H_{dom}}$ -formtalet växer med ökande

diameter för konstant övre höjd i detta material, torde detta förklaras av att grundytan icke ökar lika snabbt med medeldiametern som med volymen (jmf  $V/(H_{\text{dom}} \cdot G)$ ). Detta framgår på annat sätt i korrelationsförhållandet, där volymens korrelation med formtalet är mycket svagare än för grundytan, medan diametern däremot har en relativt klar positiv korrelation.

Användning av beståndsformtal sker vanligen i samband med volymuppskattning enligt formeln  $V = F \cdot G \cdot H$ , där formtalet är bestämt t ex med hjälp av medelhöjden (H), medan grundytan (G) och höjden mäts direkt i beståndet. Fel i volymuppskattningarna beror dels på mättningsfel i höjd och grundyta, dels på variationen i formtalet och modellernas oförmåga att förklara hela denna variation. Fastän formtalets medelfel utgör en relativt liten komponent av volymuppskattningens totala fel, är dess inverkan dock av betydelse.

Med hjälp av vanlig linjär regressionsanalys utvecklades alltså för de tre trädslagen 26 formtalsfunktioner för hela landet samt för södra och norra hälften av landet. Av dessa framgår även hur mycket de medtagna beståndskriterierna tillsammans förmår förklara av formtalets hela variation.

I funktionerna för bestämning av  $F_H$ -formtalet är medelhöjden den viktigaste variabeln och ingår därför i alla funktioner förutom i den för björk. Grundytan har emellertid varit särskilt föremål för granskning vid uppgörandet av modellerna, därför att denna variabel är lätt att mäta med relaskop och inte gör användningen av nämnda kuberingsformel mera komplicerad. Denna undersökning visar dock att grundytan inte förmår minska medelfelet i formtalsfunktionerna. Endast i funktion 8 för björkbestånd, förmår grundytan förklara någon större del av formtalsvariationen. I det övriga materialet förmår den inte förbättra modellerna, efter att medelhöjden innehållits i dessa.

För  $F_{H_{\text{dom}}}$ -funktionerna (4, 11, 15, 22, 24, 26) har grundytan i någon mån betydelse som utfyllande variabel till diametern och beståndets övre höjd. Det är tydligt att medeldiametern måste ingå som variabel i  $F_{H_{\text{dom}}}$ -funktionerna för att dessa skall kunna förklara variationen i  $F_{H_{\text{dom}}}$  i lika hög grad som medelhöjden ensam förklarar variationen i  $F_H$ -formtalet. Medeldiametern

som är ett aritmetisk medeltal av beståndets alla stammar, kan alltså förklara en del av den variation som övre höjden inte förmår förklara. Detta kan vara en följd av att beståndets alla stammar är beaktade i medeldiametern, vilket inte är fallet i övre höjden.

$F_{H_{\text{dom}}}$ -funktionerna är och måste vara mera komplicerade att använda (medeldiametern ingår), för att formtalets medelfel skall hållas någonlunda på samma nivå som vid användning av medelhöjden vid bestämning av  $F_H$ . Emellertid, när formtalet är bestämt, sker volymbestämningen enligt  $V = F_{H_{\text{dom}}} \cdot G \cdot H_{\text{dom}}$  lika snabbt och säkert som vid användning av  $F_H$ , G och H. T ex en okulär uppskattning av medelhöjden kan vara svårare än uppskattningen av övre höjden (jmf Vuokila 1964). En möjlighet ger emellertid en övergång från övre höjden till medelhöjden med hjälp av den genomsnittliga skillnaden mellan dessa höjder. Denna skillnad är ungefär konstant i detta material, något som stämmer väl överens med tidigare erfarenheter (jmf. Hänninen 1974).

Funktionerna ger i stort formtalsvärden som stämmer väl överens med tidigare undersökningars resultat t ex Nyssönen (1954b), Vuokila (1964), Braastad (1967), Ruotsalainen (1974) och Kilkki och Siitonen (1975). Medelfelen i formtalsuppskattningen är dock större i denna undersökningsfunktioner, men utgångsvärdet i formtalen är också större.

Jämfört med Nyssönens resultat ger dessa funktioner för  $F_H$ -formtalet för gran samt för medelhöjder under ca 15 m för björk och tall lägre formtalsvärden. Över 15 m för tall och björk ger funktionerna högre formtalsvärden.

Endast för tallbestånd över 18 m ger dessa tallfunktioner högre formtal än Ruotsalainens modell för simulerade bestånd. Annars är formtalen något lägre men skillnaden är mycket liten. För björk i materialets medelintervall är överensstämmelsen med Kilkki och Siitonens simulerade björkbestånd och Braastads norska björkbestånd god. För större och mindre diametrar än medelvärdet (10 cm) är funktion 9 svag, och ger troligen systematiska felestimer. Granfunktionerna stämmer rätt väl med de simulerade beståndens resultat enligt Kilkki och Siitonen.

Funktionerna som gäller för hela landet torde i de flesta fall kunna tillämpas. För

björkbestånd finns inga andra möjligheter. Skillnaderna mellan formtalbestimaterna för de presenterade tall- och granfunktionerna är i de flesta fall mycket små för de två geografiska delområdena. Emellertid uppnås ett bättre estimat för tallbestånden, när de områdesvisa funktionerna används. För granbestånden är det nordfinska materialet svagt och därmed också funktionerna. Södra Finlands och hela landets funktion torde i detta fall vara att föredra. Björkfunktion 8 med uppskattning av  $F_H$  enligt grundytan är bättre att använda än funktion 9, när diametern avviker från detta materials medelvärde.

I allmänhet fås de bästa estimaterna för formtalen vid användning av de mest komplicerade funktionerna och beräkning med datamaskin. De enklare funktionerna finns i tabellform i bilagor och i texten. Dessa ger noggrannare uppskattning än avläsning från de grafiska kurvorna. Användningen av funktionerna är begränsat uppåt i vissa fall för medelhöjden, övre höjd och beståndsåldern genom variabeltransformationer. Det är grundmaterialet som sätter dessa gränser. En extrapolering av denna undersökningens resultat måste företagas med stöd av tidigare undersökningars resultat, vilka bl a är refererade.

## SUMMARY

Before 1954 the approximate value 0,5 has been used for the breast height form factor of a stand defined according to the mean height in the formula:  $F_H = V/G \cdot H$ . Since then, Nyssönen (1954b, 1974), Ruotsalainen (1974) and Kilkki & Siitonen (1975) have presented form factor and form height values according to the above definition for spruce, pine and birch stands. The first interpretations by Nyssönen dealt with different cuttings stands mostly in Southern Finland, while the latter two employed simulated stands. Vuokila (1964), on the other hand, has presented form factor values according to dominant height defined by the formula:  $F_{H_{dom}} = V/(G \cdot H_{dom})$ . In even aged pine stands in the Southern Finland he estimated the  $F_{H_{dom}}$  to be 0,44 (incl. bark) and 0,50 (excl. bark).

The aim of the present study is to show the variation and size of the breast height form factor in pine, spruce and birch dominated stands in the whole of Finland, as well as separately for Southern and Northern Finland. Additionally the aim is to identify the different stand factors influencing the breast height form factor and to derive functions for estimating the stand form factor by mean of stand criteria. The estimates of the breast form factor can then be used to calculate the stand volume from the formulas  $V = F_H \cdot G \cdot H$  or  $V = F_{H_{dom}} \cdot G \cdot H_{dom}$ , when the mean height/dominant height and basal area already are estimated.

The material, 932 sample plots, is a subsample from the 3rd National Forest Inventory material (1951—53). The sample plots are situated in different types of stands (see Gustavsen 1977, 1980) on mineral soils all over the country. The material comprises 637 circular sample plots of 0,1 ha in pine-dominated, 240 plots in spruce-dominated and 55 plots in birch-dominated stands.

The dominant tree species in the material is 80 % and more of the stand volume in pine and spruce stands and 70 % and more in the birch stands. The material represents different types of managed stands under practical

conditions. Table 1 and 2 show the sample plot distribution of dominant height and age classes.

Correlation and regression methods are used in this study. The functions are derived using first graphical interpretation of the material (matchcurve method, Jensen & Homeyer 1971) and information from the correlation analysis. The final functions were developed using standard regression analysis. Logarithmic transformations of the independent variables gave the best solution, as earlier shown by Ruotsalainen (1974). Only variable transformations giving a t-value greater than 2,0 were accepted in the functions.

The values of the correlation coefficients between the stand form factors and the different stand criteria can be seen from table 3 and 4. In general the coefficients are small, only the height criteria correlate strongly with the  $F_H$ -factor, especially for pine stands. This has earlier been mentioned by Nyssönen (1954b). In birch-dominated stands, the correlation is highest between  $F_H$  and the basal area of the stand and the forest type. The mean diameter of the stand correlate strongest with the breast form factor according to the dominant height  $F_{H_{dom}}$ .

The size and the variation of the two form factors are shown in table 5 and 6. Test results for tree species and geographical subareas are given on page 9 and 11. The results indicate some differences in the form factor between the tree species, but not between the geographical subareas. The size of the form factors do not differ greatly from the values given by Nyssönen (op cit.) and Vuokila (op cit.). The variation in the mean values of the form factors according to some stand criteria for the geographical subareas can be seen from the figure 1.

In all, 26 functions are represented on page 12—13 for estimation of the breast height form factors for pine, spruce and birch stands in Finland. In general only a small improvement can be obtained including other stand criteria than the mean height in the  $F_H$ -functions for pine and spruce stands. For birch-dominated

stands the main variable is the basal area. The mean diameter together with the dominant height are generally necessary for the estimation of the  $F_{H_{dom}}$ -factor.

The statistical characteristics of the functions are given in table 8 and 9a, 9b. The mean error of the estimate for the form factors is about 5 — 8 % and the variables in the functions can explain from 16 to 60 % of the variation in the dependent variables. The residuals in the whole country functions according to the calculated values of the form factor are shown in figure 4 and 5. No clear systematic error has been found in the functions tested against the basal material in the study.

However, in some cases, the functions give different results compared with some earlier values given for the form factor and the form height (see figure 6, table 10 and 11). Only in the mean interval of the height for pine and birch are the results similar to graphically fitted curves by Nyssönen (op cit.). The spruce-function 16 gives systematic smaller values than in the latter study.

In table 10 and 11 the birch-function 9 and the spruce-function 24 for Northern Finland gives approximately the same form height values as the simulated results by Kilkki & Siitonen (1975) and for Norwegian birch stands by Braastad (1967). The birch-function only gives logical values for the form factor or form

height in the diameter classes 12 cm and smaller. From table 10 a systematic overestimation of the form factor by function 9 in the highest diameter classes can be seen. It is therefore better to use function 8 which employs the basal area of the stand to determine form factor ( $F_H$ ) in a birch stand (see figure 2 and table 7). Only some of the functions have been compared with other results because of a lack of available results from earlier studies.

The most complex functions for subareas, requiring a computer, give the best estimate of the stand breast height form factors. In general, however, the whole country functions give a satisfactory estimate for spruce and birch stands. Because of the small material no function for subareas has been derived for birch.

Some of the more simple functions are tabulated in one-way (table 7) and in two-way tables (see appendixes 1 — 4) for practical use. A more approximate estimate of the form factor can be made using the graphical curves given in figure 2 and 3. The use of some functions are limited by variable transformations in the functions. An extrapolation of the results must therefore be based on results from the earlier studies mentioned in the text.

## TIIVISTELMÄ

Metsikön puuston muotoluku ( $F_H$ ) määritetään tavallisesti kuorellisen tilavuuden ( $V$ ) ja rinnankorkeudelta mitatun pohjapinta-alan ( $G$ ) sekä keskipituuden ( $H$ ) perusteella kaavasta  $F_H = V/(G \cdot H)$ . Tämä ns. rinnankorkeusmuotoluku on tässä tutkimuksessa laskettu myös valtapituutta käyttäen kaavasta  $F_{H_{dom}} = V/(G \cdot H_{dom})$ .

Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää männyn, kuusen ja koivun keskimääräiset muotoluvut ja niiden vaihtelu suomalaisissa talousmetsissä. Tavoitteena on selvittää myös muotoluvun vaihtelun riippuvuutta erilaisista metsikkötunnuksista ja laatia tältä pohjalta muotolukuyhtälöitä. Yhtälöt ovat käyttökelpoisia metsikön tilavuuden määrittämisessä kun metsikön pohjapinta-ala ja pituus ovat tiedossa.

Tutkimuksen aineisto, 932 koaalaa, on otos valtakunnan metsien kolmannen inventoinnin (1951—53) aineistosta (ks. Gustavsen 1977, 1980). Aineisto sisältää 637 koaalaa männikoissä, 240 kuusikoissa ja 55 koivikoissa. Havupuukoaloilla pääpuulajia on vähintään 80 % ja koivukoaloilla 70 % puuston tilavuudesta. Metsikkötunnukset perustuvat ko. inventoinnin 0,1 ha:n suuruisiin ympyräkoaloihin, jotka sijaitsevat vaihtelevasti käsitellyissä kivennäismaiden metsikoissä eri puolilla maata.

Tulokset osoittavat, että männyn, kuusen ja koivun muotoluvut ja niiden vaihtelu poikkeavat toisistaan jonkin verran. Selvin ero on männyn ja kuusen sekä männyn ja koivun välillä. Toisaalta saman puulajin muotoluvuissa ei ole suuria eroja Pohjois- ja Etelä-Suomen välillä. Koko maan aineistosta laskettu männyn keskimääräinen  $F_H$ -luku on 0,510, kuusen 0,492 ja

koivun 0,481. Vastaavat  $F_{H_{dom}}$ -luvut ovat 0,437, 0,397 ja 0,400.

Metsikön keskipituus selittää parhaiten  $F_H$ -muotoluvun vaihtelua havumetsikoissä ja pohjapinta-ala koivikoissa. Keskiläpimitta ja valtapituus yhdessä selittävät parhaiten  $F_{H_{dom}}$ -muotoluvun vaihtelua. Funktioita on laadittu koko maan alueelle 11 ja havupuulle erikseen Pohjois- ja Etelä-Suomea varten yhteensä 15. Aineiston niukkuuden takia on koivulle laadittu vain koko maata koskevat funktiot. Funktioita esitetään siis kaikkiaan 26.

Yhtälöt antavat metsikkötunnusten vaihteluvälin keskialueella likimain yhtä suuria muotolukuja kuin varhemmat suomalaiset tutkimukset. Verrattuna Nyssönen (1954b) tutkimuksen tuloksiin on nyt julkaistavissa muotoluvuissa ja muotokorkeuden arvoissa systemaattisia eroja. On syytä korostaa, että koivun yhtälö nro 9 antaa epäloogisia  $F_H$ -lukuja metsikön läpimitan kasvaessa yli 12 cm:n. Yhtälöä nro 8 on parasta käyttää koivulle silloin, kun metsikön pohjapinta-ala on mitattu.

Pohjois- tai Etelä-Suomen yhtälöt, jotka sisältävät monta muuttujaa, antavat parhaan estimaatit muotoluvuille. Koko maata koskevat yhtälöt ovat yleensä käyttökelpoisia myös osa-alueilla, mikäli tarkkuusvaatimukset eivät ole kovin suuret. Tekstissä ja liitteissä on yksinkertaiset yhtälöt esitetty taulukoissa koska käytännön työssä taulukko on parempi kuin graafinen esitystapa.

Eräät yhtälöissä käytetyt logaritimuunnokset edellyttävät, että muuttujat eivät saa ylittää määrättyjä arvoja. Tämä johtuu aineiston vaihtelurajoista.

## LITTERATURFÖRTECKNING

- BRAASTAD, H. 1967. Produktionstabeller for björk. Yield tables for birch. Medd. Norske Skogsforsøksv. 22: 265—366.
- EKLUND, B. 1954. Spegelrelaskopet. Svenska Skogsvärdn. Tidskr. 52: 21—25.
- GUSTAVSEN, H. G. 1977. Valtakunnalliset kuutiokasvuyhtälöt. Abstract: Finnish volume increment functions. Folia For. 331: 1—37.
- 1980. Talousmetsien kasvupaikkaluokittelu valtapuisten metsien avulla. Summary: Site index curves for conifer stands in Finland. Folia For. 454: 1—31.
- HÄNNINEN, T. 1974. Harvennusmetsien 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. 1951. III valtakunnan metsien arviointi. Suunnitelma ja maastotyön ohjeet. Summary: Third National Survey of the forests of Finland. Plan and instructions for field work. Commun. Inst. For. Fenn. 39(3): 1—67.
- JENSEN, C. & HOMEYER, J. W. 1971. Matchcurve-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.
- LÖNNROTH, E. 1925. Untersuchungen über die innere Struktur und Entwicklung gleichaltriger naturnormaler Kiefernbestände, basiert auf Material aus der Südhälfte Finnlands. Acta For. Fenn. 30: 1—269.
- MÄKINEN, Y. 1974. Tilastotiedettä biologeille. Synopsi ry:n kurssimoniste. Turku.
- NIYSSÖNEN, A. 1954a. Uusi menetelmä metsikön kuutiomäärän arvioimiseksi. Summary: A new method for the estimation of the volume of a stand. Erip. Metsätal. Aikakausl. 12: 1—3.
- 1954b. Metsikön kuutiomäärän arvioiminen relaskopin avulla. Summary: Estimation of stand volume by means of the relaskope. Commun. Inst. For. Fenn. 44(6): 1—31.
- 1954c. 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.
- 1955. On the estimation of the growing stock from arial photographs. Commun. Inst. For. Fenn. 46(1): 1—57.
- 1974. Estimation of stand value-increment and inherent variables. Mitt. Forstl. Versants. 108: 14—20.
- & OJANSUU, R. 1982. Metsikön puutavaralajirakenteen, arvon ja arvokasvun arviointi. Summary: Assessment of timber assortments, value and value increment of tree stands. Acta For. Fenn. 179: 1—52.
- RUOTSALAINEN, M. 1974. Metsän tilaa kuvaavien puustotunnusten väliset relaatiot. Helsingin yliopiston metsänarvioimistieteen laudaturtyö.
- TARVASMÄKI, P. 1977. Puu- ja metsikkötunnuksiin perustuva sädekasvu. Helsingin yliopiston metsänarvioimistieteen laudaturtyö. 30 s.
- VUOKILA, Y. 1964. Menetelmiä puun ja metsikön kuutiomäärän ja kasvun arvioimiseksi. Summary: Methods for estimating cubic volume and growth of trees and stands. Erip. Metsätal. Aikakausl. 9: 1—4.

**BILAGOR: Beståndsformtalstabeller**  
**APPENDIXES: Stand form factor tables**

Bilaga 1. Formtalstabell ( $F_H$ ) för björkbestånd beräknat från funktion med beståndets medelhöjd (H), medeldiameter (D) och skogstyp (B) som oberoende variabler.

*App. 1. Form factor ( $F_H$ ) table for birch stands calculated from the function based on stand mean height (H), mean diameter (D) and forest site type (B).*

Hela landet — Whole country; Björk — Birch; Funktion 9 — Function 9

D, cm	H, m								
	4	6	8	10	12	14	16	18	20
10	B < 9 (bättre än MT-typ)								
	0,699	0,553	0,509	0,493	0,488	0,486	0,486	0,486	0,486
10	B ≥ 9 (MT-typ och sämre)								
	0,679	0,532	0,488	0,473	0,467	0,465	0,465	0,465	0,465

Bilaga 2. Formtalstabell ( $F_{H_{dom}}$ ) för björkbestånd beräknat från funktion med beståndets övre höjd ( $H_{dom}$ ), medeldiameter (D) som oberoende variabler.

*App. 2. Form factor ( $F_{H_{dom}}$ ) table for birch stands calculated from the function based on the dominant height of the stand ( $H_{dom}$ ) and mean diameter (D).*

Hela landet — Whole country; Björk — Birch; Funktion 10 — Function 10

D, cm	$H_{dom}$ , m									
	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
4	0,463	0,389	0,348							
6	0,506	0,432	0,391	0,367						
8	0,537	0,463	0,422	0,398	0,383					
10	0,561	0,487	0,446	0,421	0,407	0,398				
12	0,580	0,506	0,465	0,441	0,426	0,417				
14	0,596	0,523	0,481	0,457	0,443	0,434	0,429	0,426		
16			0,496	0,471	0,457	0,448	0,443	0,440		
18				0,484	0,469	0,460	0,455	0,452	0,451	
20					0,480	0,472	0,466	0,464	0,462	0,462
22						0,482	0,477	0,474	0,472	0,472
24							0,486	0,483	0,482	0,481
26							0,494	0,492	0,490	0,490
28							0,502	0,499	0,498	0,498
30								0,507	0,505	0,505
	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24



Bilaga 3. Formtalstabeller ( $F_{H_{dom}}$ ) för tallbestånd beräknat från funktionerna med beståndets övre höjd ( $H_{dom}$ ) och medeldiameter (D) som oberoende variabler.

App. 3. Form factor ( $F_{H_{dom}}$ ) tables for pine stands calculated from functions based on the dominant height of the stand ( $H_{dom}$ ) and mean diameter (D).

S. Finland; Tall — Pine; Funktion 14 — Function 14

D, cm	$H_{dom}$ , m									
	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
4	0,495	0,430	0,394							
6	0,522	0,458	0,422	0,401						
8	0,542	0,477	0,441	0,420	0,407					
10	0,557	0,492	0,456	0,435	0,422	0,415				
12	0,569	0,505	0,469	0,448	0,435	0,427				
14	0,580	0,515	0,479	0,458	0,445	0,438	0,433	0,431		
16			0,488	0,467	0,454	0,447	0,442	0,440		
18				0,475	0,462	0,455	0,450	0,448	0,446	
20					0,469	0,462	0,457	0,455	0,454	0,454
22						0,468	0,464	0,461	0,460	0,460
24							0,470	0,467	0,466	0,466
26							0,475	0,473	0,471	0,471
28							0,480	0,478	0,476	0,476
30								0,482	0,481	0,481
32								0,487	0,486	0,485
34									0,490	0,489
	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24

N. Finland; Tall — Pine; Funktion 21 — Function 21

D, cm	$H_{dom}$ , m									
	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
4	0,506	0,437	0,398							
6	0,536	0,466	0,428	0,405						
8	0,556	0,487	0,448	0,426	0,412					
10	0,572	0,503	0,464	0,442	0,428	0,420				
12	0,586	0,516	0,478	0,455	0,441	0,433				
14	0,597	0,527	0,489	0,466	0,452	0,444	0,439	0,436		
16			0,498	0,476	0,462	0,454	0,449	0,446		
18				0,484	0,470	0,462	0,457	0,455	0,453	
20					0,478	0,470	0,465	0,462	0,461	0,460
22						0,477	0,472	0,469	0,468	0,467
24							0,478	0,475	0,474	0,474
26							0,484	0,481	0,480	0,479
28							0,489	0,486	0,485	0,485
30								0,491	0,490	0,490
32								0,496	0,495	0,494
34									0,499	0,499
	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24

Bilaga 4. Formtalstabeller ( $F_{H_{dom}}$ ) för granbestånd beräknat från funktionerna med beståndets medeldiameter (D) och medelhöjd (H) eller grundyta (G) som oberoende variabler.

App. 4. Form factor ( $F_{H_{dom}}$ ) tables for spruce stands calculated from functions based on the mean diameter of the stand (D) and mean height (H) or basal area (G).

S. Finland; Gran — Spruce; Funktion 18 — Function 18

D, cm	H, m										
	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
4	0,338	0,333	0,329	0,325							
6	0,375	0,371	0,366	0,362	0,357						
8	0,399	0,395	0,391	0,386	0,382	0,377					
10	0,417	0,413	0,408	0,404	0,400	0,395	0,391				
12	0,431	0,426	0,422	0,417	0,413	0,409	0,404				
14		0,437	0,432	0,428	0,423	0,419	0,415	0,410	0,406		
16			0,441	0,436	0,432	0,427	0,423	0,419	0,414		
18				0,443	0,438	0,434	0,430	0,425	0,421	0,416	
20					0,443	0,439	0,435	0,430	0,426	0,421	0,417
22							0,438	0,434	0,430	0,425	0,421
	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24

N. Finland; Gran — Spruce; Funktion 26 — Function 26

D, cm	G, m <sup>2</sup> /ha										
	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
4	0,388	0,375	0,367	0,360	0,354						
6	0,405	0,393	0,384	0,377	0,371	0,366					
8	0,417	0,404	0,395	0,388	0,382	0,378	0,374				
10	0,425	0,412	0,403	0,396	0,391	0,386	0,382	0,378	0,375	0,372	
12	0,431	0,418	0,409	0,403	0,397	0,392	0,388	0,384	0,381	0,378	0,375
14	0,436	0,423	0,414	0,407	0,402	0,397	0,393	0,389	0,386	0,383	0,380
16		0,427	0,418	0,411	0,406	0,401	0,397	0,393	0,390	0,387	0,384
18		0,430	0,421	0,414	0,409	0,404	0,400	0,396	0,393	0,390	0,387
20			0,424	0,417	0,411	0,406	0,402	0,398	0,395	0,392	0,389
22				0,418	0,413	0,408	0,404	0,400	0,397	0,394	0,391
	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24

ODC 524+566  
ISBN 951-40-0644-5  
ISSN 0015-5543

GUSTAVSEN, H.G. & FAGERSTRÖM, H. 1983. Brösthöjdsformtalets variation i tall-, gran- och björkbestånd. Summary: The variation of the breast height form factor for pine, spruce and birch stands in Finland. Tiivistelmä: Männyn, kuusen ja koivun muotolukujen vaihtelu.. Folia For. 576: 1—32.

The paper concerns the variation and size of the breast height form factor in pine, spruce and birch stands in the whole of Finland and for subareas, based on material (932 sample plots) from the 3rd National Forest Inventory (1951—53).

Twenty-six functions are presented for estimating the stand form factor based on measurable stand criteria. The functions can be used when estimating the stand volume from the form factor, dominant height or mean height and basal area.

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

ODC 524+566  
ISBN 951-40-0644-5  
ISSN 0015-5543

GUSTAVSEN, H.G. & FAGERSTRÖM, H. 1983. Brösthöjdsformtalets variation i tall-, gran- och björkbestånd. Summary: The variation of the breast height form factor for pine, spruce and birch stands in Finland. Tiivistelmä: Männyn, kuusen ja koivun muotolukujen vaihtelu. Folia For. 576: 1—32.

The paper concerns the variation and size of the breast height form factor in pine, spruce and birch stands in the whole of Finland and for subareas, based on material (932 sample plots) from the 3rd National Forest Inventory (1951—53).

Twenty-six functions are presented for estimating the stand form factor based on measurable stand criteria. The functions can be used when estimating the stand volume from the form factor, dominant height or mean height and basal area.

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

Tilaan kortin kääntöpuolelle merkitsemäni julkaisut (julkaisun numero mainittava).

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

Nimi  
Name \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

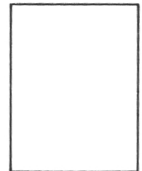
Osoite  
Address \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

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





# METSÄNTUTKIMUSLAITOS

## THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE

### Tutkimusosastot — *Research Departments*

Maantutkimusosasto  
*Department of Soil Science*

Suontutkimusosasto  
*Department of Peatland Forestry*

Metsänhoidon tutkimusosasto  
*Department of Silviculture*

Metsänjalostuksen tutkimusosasto  
*Department of Forest Genetics*

Metsänsuojelun tutkimusosasto  
*Department of Forest Protection*

Metsäteknologian tutkimusosasto  
*Department of Forest Technology*

Metsänarvioimisen tutkimusosasto  
*Department of Forest Inventory and Yield*

Metsäekonomian tutkimusosasto  
*Department of Forest Economics*

Matemaattinen osasto  
*Department of Mathematics*

### Metsäntutkimusasemat — *Research Stations*

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

Muhoksen tutkimusasema  
*Muhos Research Station*  
Os. — *Address:* 91500 Muhos, 1 kp, Finland  
Puh. — *Phone:* (981) 431 404

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

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

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

Kolarin tutkimusasema  
*Kolari Research Station*  
Os. — *Address:* 95900 Kolari, Finland  
Puh. — *Phone:* (995) 61 401

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

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

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

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

- No 554 Vuokila, Yrjö, Gustavsen, Hans Gustav & Luoma, Pirkko: Siperianlehtikuusikoiden kasvupaikkojen luokittelu ja harvennusmallit.  
Site classification and thinning models for Siberian larch (*Larix sibirica*) stands in Finland.
- No 555 Metsäntutkimuslaitoksen julkaisut 1982.  
Abstracts of the publications of the Finnish Forest Research Institute, 1982.
- No 556 Vuokila, Yrjö: Viljelymetsiköiden harvennusmallit.  
Gallringsmallar för odlade bestånd i Finland.  
Thinning models for forest cultures in Finland.
- No 557 Isomäki, Antti & Niemistö, Pentti: Koelapuuston harvennusvalinta tietokoneohjelman avulla.  
The selection of trees in thinning experiments: A computer method.
- No 558 Ferm, Ari & Kaunisto, Seppo: Luontaisesti syntyneiden koivumetsiköiden maanpäällinen lehdetön biomassatuotos entisellä turpeennostoalueella, Kihniön Aitonevalla.  
Above-ground leafless biomass production of naturally generated birch stands in a peat cut-over area at Aitoneva, Kihniö.
- No 559 Leikola, Matti & Rikala, Risto: Verhopuuston vaikutus metsikön lämpöoloihin ja kuusen taimien menestymiseen.  
The influence of the nurse crop on stand temperature conditions and the development of Norway spruce seedlings.
- No 560 Löytyniemi, Kari: Männyn taimen kehitys latvan katkeamisen jälkeen.  
Recovery of young Scots pines from stem breakage.
- No 561 Tiihonen, Paavo: Leimikon pystymittauksen kenttätöiden tehostamisen mahdollisuuksia.  
The efficiency of the field measurement of standing trees marked for cutting.
- No 562 Juslin, Heikki & Karppinen, Heimo: Suomen tärkeimpien asiakasmaiden sahatavaraostot 1970-luvulla.  
Sawn timber purchases of Finland's most important client countries in the 1970's.
- No 563 Pellikka, Marketta & Kotimaa, Marjut: Polttohakkeen käsittelystä aiheutuva ilman homepölypitoisuus sekä siihen vaikuttavat tekijät.  
The mold dust concentration caused by the handling of fuel chips and its modifying factors.
- No 564 Päivinen, Risto: Metsikön tukkiosuuden arviointimenetelmä.  
A method for estimating the sawlog percentage in Scots pine and Norway spruce stands.
- No 565 Huttunen, Terho: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase 1981—83.  
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland, 1981—83.
- No 566 Miettinen, Reijo & Uusvaara, Olli: Pystykarsitun männikön koehaigus.  
Test sawing of pruned pine stand.
- No 567 Tiihonen, Paavo & Virtanen, Jaakko: Koetuloksia ilmakuvien käyttömahdollisuuksista energiapuun arvioinnissa Pohjanmaalla ja Pohjois-Savossa v. 1980—82.  
Possibilities of using aerial photographs in the estimation of energy wood resources in Ostrobothnia and northern Savo in 1980—82.
- No 568 Kuusela, Kullervo & Salminen, Sakari: Metsävarat Etelä-Suomen kuuden pohjoisimman piirimetsälautakunnan alueella 1979—1982 sekä koko Etelä-Suomessa 1977—1982.  
Forest resources in the six northernmost Forestry Board Districts of South Finland, 1979—1982, and in the whole of South Finland, 1977—1982.
- No 569 Rousi, Matti: Myyrrien aiheuttamat vahingot Pohjois-Suomen puulajikokeissa talvella 1981/82.  
Vole damage in tree species trials in northern Finland in the winter of 1981/82.
- No 570 Hämäläinen, Jouko & Laakkonen, Olavi: Turvemaan varrtuneiden männiköiden lannoituksen edullisuus. Profitability of fertilization in mature Scots pine stands on peatland.
- No 571 Lähde, Erkki & Savonen, Eira-Maija: Kastelun vaikutus männyn paakkutaimien kehitykseen sekä turpeen vesi- ja ilmasuhteisiin paakussa.  
Effects of watering on the development of containerized Scots pine seedlings and water and air conditions in peat growing mediums.
- No 572 Korhonen, Kirsi-Marja, Teivainen, Terttu, Kaikusalo, Asko, Kananen, Aino & Kuhlman, Eeva: Lapinmyyrän aiheuttamien tuhojen esiintyminen Pohjois-Suomen mäntymetsissä huippuvuoden 1978 jälkeen.  
Occurrence of damage caused by the root vole (*Microtus oeconomus*) on Scots pine in northern Finland after the peak year 1978.
- No 573 Jokinen, Katriina: Metsänlannoituksen vaikutus juurikäävän esiintymiseen — Kirjallisuuskatsaus.  
The effect of fertilization on the occurrence of *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. — A literature review.
- No 574 Sevola, Yrjö: Metsähallinnon Nurmeksien hoitoalueen voimaperäinen puunkasvatus: seurantajärjestelmä ja tuloksia.  
Intensive timber growing in a state forest district: monitoring system and results.
- No 575 Nepveu, Gerard & Velling, Pirkko: Rauduskoivun puuaineen laadun geneettinen vaihtelu.  
Individual genetic variability of wood quality in *Betula pendula*.
- No 576 Gustavsen, Hans Gustav & Fagerström, Håkan: Brösthöjdsformtalets variation i tall-, gran- och björkbestånd.  
The variation of the breast height form factor for pine, spruce and birch stands in Finland.  
Männyn, kuusen ja koivun muotolukujen vaihtelu.

Metsäntutkimuslaitoksen julkaisusarjoja, Communicationes Instituti Forestalis Fenniae ja Folia Forestalia, koskevat yksittäiskappaletilaukset ja vaihtotarjoukset osoitetaan laitoksen kirjastolle. Tiedonantomonisteita koskevat pyynnöt osoitetaan ao. tutkimusosastolle tai -asemalle.

Subscriptions concerning single copies of the publications, as well as exchange offers, can be addressed to the Library of the Institute.