Beretning nr. 183

ERIK HOLMSGAARD:

ÅRRINGSANALYSER AF DANSKE SKOVTRÆER

(TREE-RING ANALYSES OF DANISH FOREST TREES)

(Særtryk af Det forstlige Forsøgsvæsen i Danmark, XXII, 1955)

INDHOLD AF BD. XV o. flg.

Bd. XV, H. 1: Nr. 125. FOLKE HOLM: Bøgebrænde (Buchenbrennholz), S. 1. — Nr. 126. CECIL TRESCHOW: Undersøgelser over Brintjonkoncentrationens Indflydelse paa Væksten af Svampen Polyporus annosus (Untersuchungen über den Einfluss des Wasserstoffionenkonzentration auf das Wachstum von Polyporus annosus.), S. 17. — Nr. 127. C. H. BORNEBUSCH: Nørholm Hede, Anden Beretning (La Lande de Nørholm, Deuxiéme Rapport), S. 33. — Nr. 128. KJELD LADEFOGED: Floraundersøgelser i Mølleskoven, Anden Beretning (Florauntersuchungen im »Mølleskoven«, Zweiter Bericht), S. 81. **H. 2:** Nr. 130. KJELD LADEFOGED: Frostringsdannelser i Vaarveddet hos unge Douglasgraner, Sitkagraner og Lærketræer (Formations of Frost Rings in the spring-wood of young Douglas Fir, Sitka Spruce and Larch), S. 97. — Nr. 131. CARL MAR: MØLLER og D. MÜLLER: Aanding i ældre Stammer (Die Atmung in alten Stammteilen), S. 113. — Nr. 132. C. H. BORNEBUSCH: Egekulturforsøg paa Vallø Stifts Skovdistrikt (Eichenkultur-Versuche) S. 139. **H. 3:** Nr. 134. E. C. L. LØFTING: Jordbundsbehandlingens Indflydelse paa Rødgranens Vækst og Sundhed i Hedeplantager, Hedeskovenes Foryngelse VI (The Influence of the treatment of the soil on the growth and health of Norway spruce in heathland plantations), S. 165. — Nr. 135. C. H. BORNEBUSCH: Afsvampning af Bøgeolden (Désinfection des faînes), S. 190. — Nr. 136. MATHIAS THOMSEN: Angreb af Tomicus chalcographus paa unge Sitkagraner, Rødgraner og Douglasgraner (Attack of Tomicus chalcographus on young Sitka spruce, Norway spruce and Douglas fir), S. 199. **H. 4:** Nr. 137. C. H. BORNEBUSCH og KJELD LADEFOGED: Hvidgranens og Sitkagranens Dødelighed i Hede- og Klitplantager i 1938 og 1939 (Frostschäden an Weissfichte und Sitkafichte auf der Heide und in Dünenbepflanzungen), S. 209. — Nr. 138. FOLKE HOLM: Douglasgran, Proveniens og Vækst (Die Douglasie, Proveniens und Wachstum), S. 233. — **H. 5:** Nr. 139. C. H. BORNEBUSCH: Fremmede Naaletræer paa Søllestedgaard (Fremde Nadelhölzer auf Søllestedgaard) (Foreign coniferous trees on Søllestedgaard estate), S. 313. — Nr. 140. C. H. BORNEBUSCH: Fremmede Løvtræer paa Esrom Skovdistrikt (Arbres feuillus étrangers dans un territoire boisé du nord de Seeland), S. 345. — **H. 6:** Nr. 141. C. H. BORNEBUSCH: Rødeg i Dansk Skovbrug (Red oak in Danish Forestry), S. 357.

Bd. XVI, H. 1: Nr. 133. KJELD LADEFOGED: Untersuchungen über die Periodizität im Ausbruch und Längenwachstum der Wurzeln bei einigen unserer gewöhnlichsten Waldbäume (Undersøgelser over Periodiciteten i Røddernes Frembrud og Længdevækst hos nogle af vore almindeligste Skovtræer), S. 1. — **H. 2:** Nr. 142. C. H. BORNEBUSCH: Revision af Haarup-Sande-Forsøget (Revision de l'expérience à Haarup-Sande), S. 257. — Nr. 143. C. H. BORNEBUSCH: Forskellige Bladarters Forhold til Omsætningen i Skovjord (Der Einfluss verschiedener Blätterarten auf die Umsetzung im Waldboden), S. 265. — **H. 3:** Nr. 144. C. H. BORNEBUSCH: Udhugning og Produktion i Bøgeskov (L'influence de la coupe d'eclaircie sur la production d'une forêt de hêtres) S. 273. — **H. 4:** Nr. 146. E. C. L. LØFTING: Et Underplantningsforsøg i Gludsted Plantage, Hedeskovenes Foryngelse VII (Une Expérience de plantation d'un sous-étage dans la plantation de Gludsted située dans la lande de Jutland), S. 305. — Nr. 147. E. C. L. LØFTING: Lærkearternes Udvikling i Hedeplantagerne og Japansk Lærks Anvendelighed som Hjælpetræ

ÅRRINGSANALYSER AF DANSKE SKOVTRÆER

TREE-RING ANALYSES OF DANISH FOREST TREES

AF

ERIK HOLMSGAARD

INDHOLDSFORTEGNELSE

Side

Indledning 5

I. Historisk oversigt 8

II. Materialet 17

III. Anvendt metodik og dens nøjagtighed 22

1. Hvor stort skal et årringsmateriale være for at give nogenlunde pålidelige oplysninger om de af klimaet forårsagede årringsvariationer? 22
   a. Antal bevoksninger på en lokalitet 24
   b. Antal prøvetræer i hver bevoksning 26
2. Anvendt teknik ved årringsmålingen og fejlkilder ved denne 32
   a. Behandling af borspånerne før målingen 33
   b. Årringsmålingen 36
   c. Falske og manglende årringe 37
3. Fremstilling af årringsindeks og disses nøjagtighed .. 43
   a. Middelårringsbredderne i en bevoksning 43
   b. Aldersbestemmelsen 45
   c. Alderskurver og alderskorrektion 47
   d. Beregning af årringsindeksene og skøn over disses nøjagtighed 52

IV. Årringsvariationer ved forskellige højder over jorden, og årringsindeksenes brugbarhed som udtryk for massetilvækstens relative størrelse 55

V. Årringsvariationer, der skyldes hugstindgreb, frøbæring m. v. 72

1. Hugstreaktioner 72
2. Frøsætningens indflydelse på årringsvariationerne 75
   a. Bøg 76
   b. Rødgran 96
   c. Andre arter 99
3. Insekt- og svampeskader 100

Side

VI. Årringsvariationer hos bevoksninger af forskellig proveniens 102
1. Rødgran ... 102
2. Skovfyr ... 108

VII. Årringsvariationernes størrelse på forskellige lokaliteter og deres afhængighed af bevoksningsalderen ... 110

VIII. Årringsvariationer hos bøge fra en stærkt vindpåvirket bevoksningsrand og hos fritstående bøge ... 123

IX. Om anvendelse af årringsindeks til korrektion af tilvækstundersøgelser ... 131

X. Klimavariationer og årringsvariationer ... 135
1. Hvor høj korrelation kan man vente at finde mellem årringsindeks og meteorologiske observationer? ... 137
2. Klimatisk eftervirkning ... 139
3. De undersøgte træarters reaktioner på nedbørs- og temperaturvariationer ... 144
Diskussion ... 161
4. Langtidige tilvækstvariationer og skøn over bøgens periodiske tilvækst ved hjælp af meteorologiske observationer ... 165

XI. Oversigt ... 172

XII. *English Summary* ... 180

Litteratur ... 191

Tabel I—XIX ... 199

Figur I—III ... 247

INDLEDNING.

Fra flere undersøgelser udført her i landet og fra mange undersøgelser udført i andre lande ved man, at skovtræernes tilvækst kan variere overordentlig meget og i nogle år være dobbelt så stor som i andre.

Medens man i landbruget og havebruget ikke kan undgå at bemærke, om årets afgrøder har været gode eller dårlige, kan man meget let undgå at skænke dette spørgsmål nogen opmærksomhed i skovbruget, hvor man ikke høster det enkelte års tilvækst, og hvor forskelle i tilvækst i de forskellige år kun viser sig som forskelle i årringsbredderne — forskelle som ofte kun beløber sig til brøkdele af en millimeter.

Derfor er det måske heller ikke så underligt, at det har været — og vist stadig er — en udbredt praksis at bedømme en vækstsæsons godhed efter det let iagttagelige forhold, om nåletræerne har lange eller korte topskud. Dette bedømmelsesgrundlag er dog meget ufuldkomment, da højdetilvæksten i regelen kun udgør en ganske lille del af massetilvæksten, og mange undersøgelser har tilmed vist, at topskudslængden i højere grad bestemmes af det foregående års klimatiske forhold end af vækstbetingelserne i det år, hvor topskuddet strækker sig, medens årringsbredden og massetilvækstens størrelse i almindelighed er afhængig af de klimatiske forhold i vækstsæsonen og eventuelt en kortere periode forud for denne.

De nævnte forskelle i tilvækst fra år til år vanskeliggør i høj grad sammenligninger imellem tilvækstbestemmelser og dermed i mange tilfælde en objektiv bedømmelse af forstlige foranstaltningers virkninger. På den anden side kan de ved deres afhængighed af de klimatiske forhold give os visse oplysninger om, hvilke forhold der særlig begrænser tilvæksten. Selv om man ikke høster det enkelte års tilvækst i skovbruget, er kendskab til de årlige tilvækstvariationer derfor alligevel af betydelig forstlig interesse.

Formålet med de efterfølgende årringsundersøgelser er at belyse de klimatisk betingede tilvækstvariationer hos nogle danske skovtræer.

Der er navnlig lagt vægt på undersøgelse af vore hovedtræarter bøg og rødgran, og der er derfor behandlet materiale af disse to træarter fra flere egne af landet, medens der af de andre undersøgte arter kun er behandlet materiale fra en enkelt lokalitet.

Også andre forhold end de klimatiske kan give anledning til variationer i årringsbredden, og jeg har, såvidt materialet har muliggjort det, undersøgt sådanne forhold.

Til slut er der gjort et forsøg på at udrede, hvilke klimatiske faktorer der navnlig er skyld i de fundne tilvækstvariationer.

Da alle skove her i landet er prægede af menneskelige påvirkninger, er vanskelighederne ved at gennemføre en undersøgelse med det nævnte formål større end i mange af de områder i udlandet, hvor der er foretaget årringsundersøgelser, og hvor man har haft urskove eller urskovslignende skove til rådighed.

På den anden side byder skovbrugsforholdene i Danmark også tillokkelser for en sådan undersøgelse, idet man let kan sammenligne tilvækstvariationerne hos mange træarter, af hvilke flere dyrkes udenfor deres naturlige voksekreds og måske derfor kunne tænkes at være særlig følsomme overfor klimatiske variationer.

Undersøgelsen planlagdes og påbegyndtes i sommeren 1949. Fra 1.1.1950 har arbejdet været henlagt under Statens forstlige Forsøgsvæsen.

Carlsbergs Mindelegat for Brygger I. C. Jacobsen har bevilget mig 15.000 kr. som støtte til gennemførelsen af arbejdet. Jeg er legatbestyrelsen meget taknemmelig for denne hjælp, uden hvilken undersøgelsen langt fra havde kunnet gennemføres i det foreliggende omfang.

Overførster, hofjægermester *O. Fabricius,* skovrider *C. F. Frølich,* kgl. skovrider *J. Hvass,* skovrider *C. W. Lorentzen,* kgl. skovrider *S. Rix,* kgl. skovrider *P. Rosen,* kgl. skovrider *H. S. L. Schoubye* og skovrider *H. P. F. Stougaard* takker jeg for tilladelse til indsamling af materiale på deres skovdistrikter og for meddelelser om hugstår o. a. for de undersøgte bevoksninger.

Statsmeteorolog *J. Sestoft* takker jeg for hjælp med udvælgelsen af de benyttede meteorologiske stationer, og de herrer forstfuldmægtig *H. Barner,* skovrider *C. Bistrup,* skovrider *E. Bistrup,* kgl. skovrider *J. Hvass,* skovrider *S. Kindt,* statsskovfoged *C. V. T. Nielsen,* skovrider *P. Qvistgaard* og forststuderende *J. Rafn* takker jeg for oplysninger angående bøgens og rødgranens frøsætning.

Alle årringsmaterialer er indsamlede af mig, og alle årringsmålinger er udført enten af mig selv, af forstkandidat *B. Jakobsen* eller af min hustru, havebrugskandidat *M. Holmsgaard.* Foruden disse har også forstkandidaterne *K. F. Andersen, O. Gottlieb* og *B. K. Hinrichsen,* forststuderende *H. J. Aagaard* og bogholder *M. Schiøth* hjulpet mig med regne- eller tegnearbejder, og jeg er dem alle tak skyldig for deres interesserede medvirken.

Jeg har under hele undersøgelsen haft et af Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskoles adjunktstipendier, og jeg er skovbrugsafdelingens professorer, *A. Howard Grøn, P. Moltesen* og *Carl Mar: Møller,* taknemmelig for de gode og frie arbejdsforhold, jeg har haft på afdelingen. Ligeledes takker jeg den daværende konstituerede forstander for Statens forstlige Forsøgsvæsen, kgl. skovrider *J. A. Løvengreen* for gode råd og for de frie hænder, jeg har haft til gennemførelsen af undersøgelsen.

Springforbi, den 20. december 1952.

I. HISTORISK OVERSIGT.

Idet der *ved årringsanalyser forstås systematiske målinger af bredden og eventuelle andre karakteristika af de enkelte daterede årringe på stammetværsnit eller dele af sådanne,* kan man groft opdele hovedparten af de hidtil udførte årringsanalyser i følgende 3 grupper:

1. Forstlige årringsundersøgelser, hvis formål er at tjene til tilvækstbestemmelser eller at muliggøre jævnføring af tilvækstundersøgelser udført på forskellige tidspunkter eller at give oplysning om, på hvilken måde registrerede klimatiske variationer påvirker træernes tilvækst.

2. Dendrokronologiske (historiske) årringsanalyser, som udføres med det hovedformål at opstille lange årringsserier for ved hjælp af disses samvariationer med årringe i veddele af ukendt alder at kunne bestemme denne alder.

3. Årringsanalyser, som skal redegøre for klimatiske variationer, der ikke er registrerede ved meteorologiske observationer. Dette kan have dels astronomisk, klimatologisk eller historisk interesse, dels tjene mere praktiske formål som at muliggøre skøn over opdyrkningsmuligheder eller vandudvindingsmuligheder fra hidtil ikke udnyttede områder.

De krav, man må stille til et årringsmateriale og til de metoder, der anvendes ved bearbejdningen, er noget afhængige af, hvilke formål undersøgelsen skal tjene. Ved dendrokronologiske undersøgelser er man primært interesseret i årringenes relative størrelse i forhold til naboårringe, medens man ikke er interesseret i langtidsforløbet. Man kan derfor klare sig med at undersøge få træer. Skal årringene bruges til at registrere klimatiske

foreteelser, bør man selvfølgelig samle materiale på lokaliteter, hvor disse foreteelser registreres særlig tydeligt, og det vil i mange tilfælde være i skovgrænserne og under specielle ekspositions- og jordbundsforhold.

Forstlige undersøgelser bør baseres på mange træer, både for at materialet kan blive repræsentativt for de undersøgte områder, og for at det kan give oplysninger ikke alene om tilvækstforskelle imellem nærliggende år, men også imellem perioder omfattende flere år.

Det her fremlagte arbejde er rent forstligt, og selv om man kan finde mange værdifulde oplysninger for et sådant arbejde i undersøgelser af alle typer — mange undersøgelser er iøvrigt anvendt til belysning af flere af de foran nævnte områder — er det dog naturligt, at jeg har fundet mest af interesse i arbejder af lignende karakter som mit eget.

Da der findes adskillige historiske fremstillinger af undersøgelser vedrørende klimaets indflydelse på træernes tilvækst, må det være tilstrækkeligt her at give en kortfattet oversigt, idet der iøvrigt henvises til oversigter af *Antevs* (1917), *Erlandsson* (1936), *Ording* (1941), *Glock* (1941), *Dobbs* (1951) og *Huber* og *Jazewitsch* (1952 a).

Glock (l. c.) gennemgår kritisk en række årringsarbejder og fremhæver nogle ofte forekommende mangler ved sådanne. *Ruden* (1945) har foretaget en vurdering af anvendte arbejdsmetoder ved årringsanalyser, og *Ladefoged* (1952) har nylig sammenstillet den litteratur, der vedrører årringsdannelsens forløb i vækstsæsonen.

Leonardo var for over 400 år siden klar over, at brede årringe var dannede i fugtige år og smalle årringe i tørre år (*Huber* og *Jazewitsch* 1952). *Linné* omtaler flere steder i sine værker fra omkring 1750, at egens årringe er smalle efter kolde vintre, medens den samtidige svensker *Broocman* mente, at vinteren er uden indflydelse på ringbredden, der er størst, når sommeren er gunstig (*Erlandsson* 1936).

De første mere omfattende årringsmålinger er formodentlig udført i årene omkring 1800 af *Reventlow* (1879) for at konstatere, hvorledes træernes indbyrdes afstand influerede på tilvæksten. Han angiver på sine figurer årringsgangen for 61 ege

og 181 bøge. På 26 af egene og 90 af bøgene er årringsgangen undersøgt ved 2—7 højder på stammen, og 4 træer af hver art er desuden målt langs 4 radier i alle sektionshøjder. Variationerne i årringsbredden fra år til år fremgår tydeligt af materialet, og *Reventlow* udregnede også for 4 grupper af træer (8 og 10 ege, 5 og 7 bøge) den gennemsnitlige årringsbredde i hvert af årene i perioden 1763—1792 „for at udfinde, om vejrliget og andre tilfældige omstændigheder i et år frem for et andet have befordret eller forhindret fremvæksten".

I 1859 meddeles i en avis i Texas, at *J. Kuechler* havde målt årringe på 3 egetræer, hvis årringsbredder varierede på samme måde. Han arrangerede årringene efter tykkelse og dermed årene efter deres nedbørsforhold (*Glock* 1941).

Pokorny (1867) har klart udformet ideen om, at man, hvis det lykkes at klarlægge, hvilke klimatiske forhold der er skyld i træernes tilvækstvariationer, vil kunne bruge træerne som „Wahren meteorologischen Jahrbüchern", der vil kunne give oplysninger om klimaet århundreder eller endog årtusinder tilbage i tiden (citeret efter *Böhmerle* (1907)).

Lütken (1891) angiver, at de varme og tørre somre i slutningen af 1850'erne gav smalle årringe hos bøg i alle egne af Danmark, og han finder ved stammeanalyser af ædelgran, at tilvæksten i 11 5-årsperioder viser nogen overensstemmelse med de samtidige periodiske variationer i den relative nedbør (= middelregnmængde for hele året divideret med middeltemperatur for marts—november).

Henry (1894) fandt ved undersøgelse af over 250 træer, at den tørre sommer 1893 i Frankrig nedsatte årringsbredden meget betydeligt på flere træarter. Bøgens og avnbøgens tilvækst nedsattes mere end egens.

Böhmerle (1895) angav ved hjælp af stammeanalyser eksempler på samtidige og ensrettede tilvækstvariationer på forskellige lokaliteter, og han fremhævede, at man ved bedømmelse af tilvækstforskelle imellem bevoksninger bør sammenligne vækstresultater fra samme årrække, da de klimabetingede tilvækstvariationer ellers vil kunne give anledning til alvorlige fejlslutninger.

Schwarz (1899) fremlagde udførlige årringsanalyser af skovfyr og fandt de største tilvækstvariationer på tør bund, de mindste på fugtig bund. Ved sammenligninger med meteorologiske

observationer fandt han, at skovfyrrens tilvækst dels er afhængig af nedbørsforholdene, dels og navnlig afhængig af temperaturen i januar, februar og marts[1]). Han lagde vægt på at udstrække bedømmelsen af samvariationen imellem årringsbredder og meteorologiske observationer over mange år, og han skrev herom: „Für unzulässig und wenig beweiskräftig muss ich es aber erklären, wenn man ..... einzelne Jahre mit geringem Zuwachs herausgreift und nun mit beliebigen, dem Autor gerade auffallenden äusseren Faktoren in einen ursächlichen Zusammenhang bringt.“ Denne udtalelse er fortsat særdeles aktuel, idet den rammer det svageste punkt af mange arbejder om sammenhængen imellem tilvækst- og klimavariationer.

Sommeren 1901 var usædvanlig varm og tør i Sverige, medens sommeren 1902 var våd og kold. *Hesselman* (1904 a og b) undersøgte skovfyrrens højde- og diametertilvækst for en årrække, i hvilke disse ekstreme år indgik, og han fandt, at en varm sommer begunstigede såvel diametertilvækst som højdetilvækst. For højdetilvækstens vedkommende fandtes, at det er foregående års klimatiske forhold, der er afgørende, hvilket forklares ved, at årsskuddets nåleanlæg dannes sommeren før skudstrækningen, og skudlængden dermed er nogenlunde fastlagt. *Hesselman* fandt dog, at sommeren 1901 i visse egne havde været så tør, at fyrren af den grund ikke var i stand til at udnytte de gunstige varmeforhold.

Sommeren 1904 var meget tør i Mellemeuropa, og *Böhmerle* (1907) kunne ved hjælp af en række klupninger udført med 1 års mellemrum vise, at tilvæksten varierede fra år til år og var særlig lille i bevoksninger af bøg, ædelgran, rødgran og østrigsk fyr i 1904 (og 1905). *Cieslar* (1907) fandt noget tilsvarende ved undersøgelse af årringe på borspåner af forskellige træarter. Dog viste det sig, at den tørre og varme sommer 1904 ofte havde givet en stor årring i bjergskove. Lignende forhold er senere omtalt af *Flury* (1927).

Astronomen *A. E. Douglass* var interesseret i variationerne i solaktiviteten, og han mente at kunne studere disse variationer igennem deres indflydelse på træernes årringsbredder. Han begyndte sine undersøgelser i 1901 og arbejdede navnlig med Pinus

---

[1]) *Wallén* (1917) har senere hævdet, at temperaturafhængigheden stemmer dårligt overens med *Schwarz'* eget materiale.

ponderosa fra meget tørre egne i det nordlige Arizona. *Douglass* (1914, 1919) fandt, at tilvæksten først og fremmest var afhængig af nedbøren, og at man med ret god sikkerhed kunne slutte sig til nedbørens størrelse ved hjælp af årringenes størrelse. Han har gjort de langtidige periodiske bevægelser i årringsbredden til genstand for indgående studier (1928 og 1936), og det lykkedes ham ved hjælp af karakteristiske årringsvariationer i nylig fældede træer og i gammelt bygningstømmer at etablere en 1200 år lang årringskronologi og ved hjælp heraf at datere opførelsen af indianerbygninger fra omkring år 1000 (*Douglass* 1929).

Glock (1937) har givet en beskrivelse af de af *Douglass* anvendte metoder.

Huntington (1914 og 1925) og *Antevs* (1925) har undersøgt årringsvariationerne i de sidste 3000 år for de kæmpemæssige Sequoia gigantea, og de har ved hjælp af disse studeret meget langtidige klimatiske variationer.

Af nyere amerikanske arbejder nævnes *Schulman*'s (1945 og 1947). Han har anvendt årringsanalyser til skøn over afstrømningsforholdene i Coloradofloden i de sidste 600 år, og han har fundet, at en række forskellige træarter (udvalgt på passende tørre lokaliteter) reagerer meget ensartet på nedbørsvariationerne.

Disse og andre undersøgelser af amerikanske forskere har — uanset hvor stor tillid man har villet fæste til de af undersøgelserne dragne konklusioner — virket umådelig inspirerende for årringsforskningen i andre lande.

Af den sidste menneskealders undersøgelser i Mellemeuropa fremhæves *Knuchel* og *Brückmann*'s (1930) angående årringsvariationer hos ædelgran. I en undersøgelse af *Knuchel* (1933) vises endvidere, at rødgran, bøg og ædelgran har temmelig ensartede tilvækstvariationer i forskellige dele af Schweiz. *Wiedemann* (1925) påviste (fortrinsvis ved topskudsmålinger) langvarige vækststandsninger fremkommet efter tørkeår hos rødgran i Sachsen, og noget tilsvarende er konstateret hos skovfyr (*Meyer* 1939, *Wiedemann* 1948).

Huber (1941) anså det for muligt at oprette en mellemeuropæisk dendrokronologi, selv om træernes vækst ikke så klart begrænses af en enkelt faktor i Mellemeuropa som i de områder af Nordamerika, hvor sådanne arbejder tidligst udførtes. Undersøgelser af *Huber* og medarbejdere har da også vist, at projek-

tet er gennemførligt, og der er af forskellige medarbejdere ved det forstbotaniske institut i Tharand og München udarbejdet flere hundrede år lange årringsserier for adskillige træarter (se *Huber* og *Jazewitsch* 1950), og det er lykkedes at datere gamle bjælker af historisk interesse.

De fremstillede årringsserier er dog gennemgående baserede på få træer, og de er derfor ikke særlig velegnede til bedømmelse af klimaets indflydelse på tilvæksten, og forsøg, der i så henseende er udført ved at sammenligne historiske oplysninger om ekstreme klimatiske forhold med tilvækstvariationerne, forekommer ikke særlig overbevisende (se navnlig det iøvrigt værdifulde arbejde af *Müller-Stoll* 1951).

Huber (1943) har udarbejdet en af disse forskere benyttet hurtig metode til bedømmelse af samvariation imellem årringsserier indbyrdes og imellem årringsserier og andre serier.

Vender vi os nu mod de skandinaviske lande, så er der i Norge, Sverige og Finland udført meget omfattende årringsanalyser efter de tidligere omtalte af *Hesselman*. Der er også i Skandinavien udført betydelige arbejder af dendrokronologisk og periodeanalytisk karakter. Herom henvises til *Ording* (1941) og *Mikola* (1950)[1]).

Fra et forstligt synspunkt er de skandinaviske undersøgelser utvivlsomt de interessanteste af de arbejder, jeg er bekendt med, idet de gennemgående er af høj standard karakteriserede ved, at de er baseret på undersøgelse af *mange træer,* omfattende temmelig lange, i en del tilfælde *meget lange åremål,* og bearbejdet ved hjælp af alment *anerkendte statistiske metoder.*

I Sverige har *Wallén* (1917) fundet, at både fyrrens og granens diametertilvækst påvirkedes stærkest af temperaturen i vår- og sommermånederne.

Kolmodin (1923 og 1935) har undersøgt skovfyrrens årringsvariationer i Dalarne og sydligere egne. Han fandt, at fyrrens tilvækst i Dalarne i første række var afhængig af temperaturen i højsommeren, medens nedbøren i den første del af vegetationsperioden var af større betydning i sydligere dele af landet.

---

[1]) Se også *P. Eidem:* Om svingninger i tykkelsestilveksten hos gran (Picea abies) og furu (Pinus silvestris) i Trøndelag. Medd. Det norske Skogforsøksvesen XII, 1. 1953.

Erlandsson (1936) har undersøgt skovfyrrens årringsvariationer nord for polarkredsen og har navnlig behandlet de periodiske variationer.

Eklund (1942) har meget indgående undersøgt årringsvariationer hos alle træer på en fast skovfyr-prøveflade. Han har bearbejdet prøvetræmaterialet fra den finske riksskogstaksering (*Eklund* 1944), givet værdifulde bidrag til årringsmålingens teknik (*Eklund* 1949 og 1951) og vist, at de relative, klimatisk betingede årringsvariationer er ensartede i normale granbevoksninger, i urørt stavagran[1]) og i stærkt gennemhugget stavagran (*Eklund* 1952).

Näslund (1942) har undersøgt årringsvariationer hos rødgran i Norrland og fundet, at variationerne var meget ensartede for forskellige skovtyper.

I Norge har *Eide* (1926) fundet, at tilvækstvariationerne var meget ensartede for rødgran på fugtig og tør vokseplads, i åben og i sluttet skov, og at variationerne nogenlunde fulgte sommertemperaturens variationer.

Aandstad (1934) har undersøgt årringsvariationerne hos fyr, og *Ording* (1941) har undersøgt variationerne hos fyr og gran i forskellige egne af Norge. Navnlig må *Ordings* arbejde, der hovedsagelig har forstlig karakter, og som er baseret på et meget stort og velbearbejdet materiale, fremhæves som værende af stor betydning for fremtidige årringsundersøgelser. *Rudens* (1945) bedømmelse af en del hidtil anvendte metoder indenfor årringsforskningen er tidligere nævnt.

Finske undersøgelser har jeg på grund af sproglige vanskeligheder kun kunnet studere på grundlag af resuméer. De vigtigste arbejder er formodentlig af *Laitakari* (1920), *Boman* (1927), *Hustich* (1947) og *Mikola* (1950). I sidstnævnte arbejde er dels behandlet det af *Ilvessalo* (1942) fremlagte og af *Eklund* (1944) bearbejdede materiale, dels indsamlet et stort nyt materiale omfattende over 3000 træer. Undersøgelsen giver et godt indtryk af ensartetheden i tilvækstvariationerne for et stort landområde og har tillige tjent det praktiske formål at kunne redegøre for, hvor stor en del af forskellen i de finske skoves tilvækst — som denne bestemtes ved to riksskogstakseringer — der skyldes klimatiske forhold. *Mikola* fandt ligesom *Ording* (1941) i Norge, at granens tilvækstvariationer hovedsagelig bestemmes af tempe-

[1]) Oversluttede, stagnerende granbevoksninger.

raturforholdene først på sommeren, fyrrens tilvækstvariationer hovedsagelig af temperaturforholdene under høj- og sensommeren.

Der foreligger kun en ret begrænset

Litteratur om tilvækstvariationer i Danmark.

De tidligere arbejder af *Reventlow* (1879)[1]) og *Lütken* (1891) er omtalt side 9—10.

Løvengreen (1935) har som gennemsnit af 90 stammeanalyser af rødgran fra Frijsenborg opstillet en kurve over massetilvækstens årlige størrelse i tidsrummet 1916—1932. Det angives, at tilvækstens variationer gennemgående følger nedbøren i april, maj, juni og juli, idet tilvækstsvingningerne går i samme retning som svingningerne i nedbøren, men i noget forskellig grad for de enkelte år.

Holmsgaard (1945 a og b) har udført årringsanalyser af rødgran fra Gludsted plantage (borspåner af 460 træer) og af skovfyr i Linå Vesterskov (336 træer) for perioden 1919—43. Årringsvariationerne var store på begge lokaliteter, og ofte var de modsat rettede. Skovfyrren havde således mindst tilvækst i det år, hvor rødgranen havde størst tilvækst. Rødgranens tilvækst fandtes at være særlig afhængig af nedbøren i månederne april—juli (maj—juni nedbøren er særlig vigtig), medens skovfyrrens tilvækst havde størst korrelation med februar—april-temperaturen.

Løvengreen (1951 b) har angivet de årlige variationer i massetilvæksten i årene 1894—1946 for 35 ege fra Bregentved.

Der findes desuden oplysninger om de årlige variationer i årringsbredde eller massetilvækst fra enkelte bevoksninger af

Eg: *Løvengreen* (1949), *Nielsen* (1949),

Bøg: *Bornebusch* (1946), *Krarup* (1946), *Henriksen* (1951 c),

Rødgran: *Løvengreen* (1951 a).

Man kan sammenfatte de hidtidige forstlige resultater af undersøgelser over træernes tilvækstvariationer således:

Det har overalt, hvor spørgsmålet har været undersøgt, vist sig, at træernes tilvækst varierer fra år til år. Ofte er disse varia-

---

[1]) *Bruun* (1947) har ved anvendelse af norsk dendrokronologisk metodik sammenstillet årringsbredderne hos 13 af Reventlows lollandske ege til en „grundskala".

tioner store, og de vanskeliggør derved i høj grad sammenligninger af tilvækstbestemmelser, der ikke omfatter samme periode. Tilvækstvariationerne er i reglen størst, når man nærmer sig skovgrænserne. Der kan ofte påvises fællestræk i tilvækstvariationerne hos forskellige træarter på en given lokalitet, men der er også fundet betydelige forskelle.

I klimaområder, hvor en enkelt klimatisk faktor virker stærkt begrænsende på træernes tilvækst, er det i reglen let at vise overensstemmelse imellem variationer i denne faktor og i tilvæksten. I tørre egne af Nordamerika og dele af Mellemeuropa er nedbøren den stærkest begrænsende faktor, medens temperaturen i Norge, Sverige og Finland og i Mellemeuropas bjergegne øver størst indflydelse på tilvæksten af de der undersøgte træarter. Det er vanskeligt, eller snarere umuligt, på grundlag af den udenlandske litteratur at drage slutninger om forholdene her i landet.

Af den danske litteratur fremgår det, at der også her i landet findes ret betydelige variationer i den årlige tilvækst. Størrelsen af disse variationer og deres afhængighed af meteorologiske forhold er dog lidet kendte. Man ved også kun meget lidt om, hvorvidt vore forskellige træarter reagerer ensartet på de klimatiske variationer, og endnu mindre om, hvorledes andre forhold end de klimatiske er i stand til at modificere de klimabetingede tilvækstvariationer.

II. MATERIALET.

Der er indsamlet materiale fra de i tabel 1 angivne lokaliteter, hvis beliggenhed fremgår af kortet på fig. 1. For disse lokaliteter (med undtagelse af Silkeborg statsskovdistrikt) er der for de i tabellen anførte træarter fremstillet *årringsindeks, der angiver årringenes relative størrelse i de enkelte undersøgte år* (nærmere definition side 52). Årringsindeksene er, bortset fra indeksene for ene, fremstillet ved hjælp af materiale fra flere — i de fleste tilfælde 7 — bevoksninger.

Årringsbredderne måltes på borspåner (ene dog på stammeskiver) udtagne i 1,3 m højde. De undersøgte træer valgtes i en del af bevoksningen, hvor denne syntes ensartet såvel med hensyn til bevoksningsforhold som til jordbunds- og floraforhold. Der er så vidt muligt undersøgt rene og ensaldrende bevoksninger. Borspåner udtoges i reglen af 6—8, hyppigst 7 træer, der skønnedes at have en diameter svarende omtrent til middeldiameteren i den pågældende del af bevoksningen[1]). I regelen udtoges kun en borspån af hvert træ. Det tilstræbtes at ramme marven ved boringen.

Årringsmålingens teknik vil blive beskrevet i det følgende kapitel.

Der måltes i alt 78000 årringe fordelt således:

Bøg	37300
Andre løvtræer	10400
Rødgran	25600
andre nåletræer	4700

Heraf har de 62000 målinger dannet grundlag for opstilling af årringsindeksene, medens de resterende er anvendt til forskel-

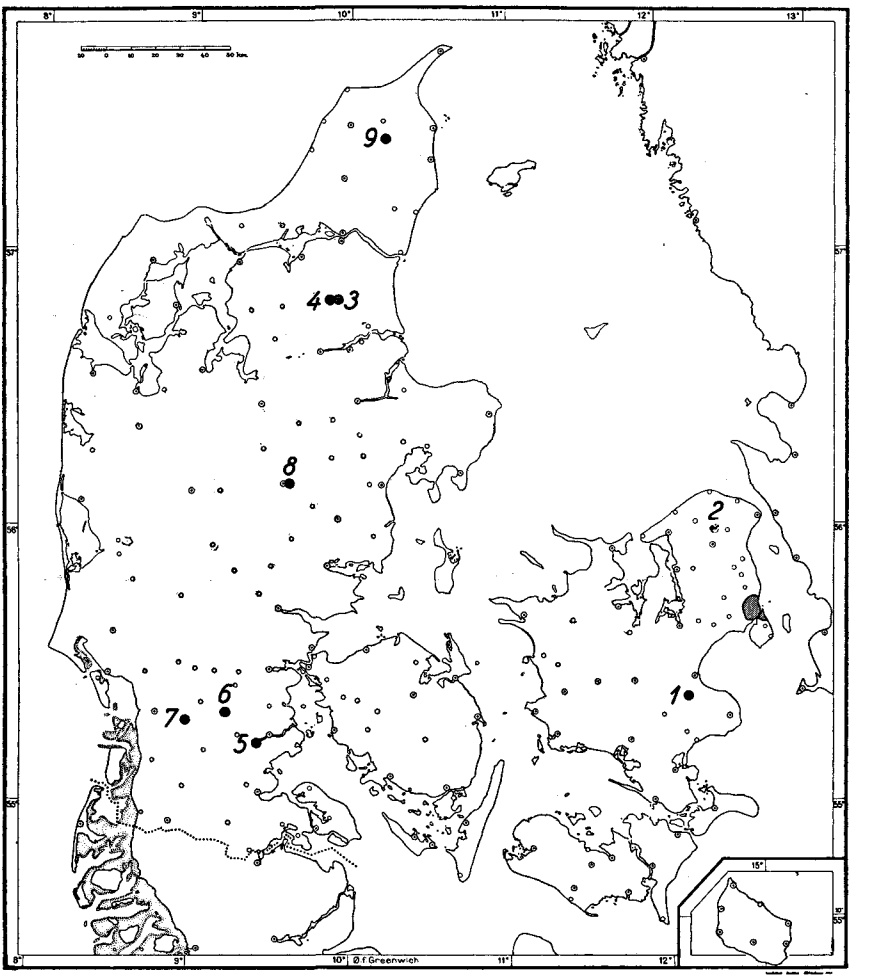
[1]) Årringsvariationerne er meget ens for forskellige diameterklasser i en bevoksning (jfr. *Eklund* 1942 og *Holmsgaard* 1945 og 1950). Hos undertrykte træer er variationerne måske lidt anderledes end hos herskende og medherskende træer. Da tilvæksten på herskende og medherskende træer imidlertid udgør langt den største del af den samlede tilvækst i en bevoksning, begår man ikke nogen stor fejl ved kun at beskæftige sig med træer med en diameter, der ikke afviger meget fra bevoksningens middeldiameter.

Tabel 1. Oversigt over undersøgte lokaliteter og træarter.

Table 1. Review of sites and tree species examined.

Nr. på fig. 1 *No. in Fig. 1*	Skovdistrikt *Forest district*	Undersøgte træarter *Species examined*									
		Bøg *Beech*	Eg *Oak*	Ask *Ash*	Rødel *Alder*	Rød-gran *Norway spruce*	Ædel-gran *Silver fir*	Douglas-gran *Douglas fir*	Sitka-gran *Sitka spruce*	Skov-fyr *Scotch pine*	Ene *Juniper*
1.	Vallø Stifts Skovdistrikt	×	×	×	×	×					
2.	Nødebo Statsskovdistrikt	×				×					
3.	Buderupholm Statsskovdistrikt	×				×	×	×	×		
4.	Lindenborg Skovdistrikt					×					
5.	Haderslev Statsskovdistrikt, Pamhule Skov	×				×					
6.	Haderslev Statsskovdistrikt, Studsbøl Plantage					×					
7.	Gram Skovdistrikt, Nybøl og Brogård Plantager					×					
8.	Silkeborg Statsskovdistrikt									×[1]	
9.	Børglum Klosterskov										×

[1]) Et proveniensforsøg.
[1]) *Provenance experiment.*



Figur 1. Kortet angiver beliggenheden af de lokaliteter, hvorfra der er indsamlet årringsmateriale. Numrene henviser til tabel 1, hvor de undersøgte arter er anført.

Fig. 1. The map indicates the location of the sites where the tree-ring material has been collected. The numbers refer to Table 1, which contains the species examined.

lige andre formål omtalt i kapitel IV—VIII. Kapitel III, 1 er i væsentlig grad baseret på tidligere publicerede årringsundersøgelser (*Holmsgaard* 1945) omfattende 19000 årringsmålinger af rødgran og skovfyr.

Bevoksningsbeskrivelserne i tabel I[1]) vedrører kun de dele af bevoksningerne, hvor prøvetræerne er udtaget. Iøvrigt bemærkes om disse beskrivelser, at:

Brysthøjdealderen (år $_{1.3}$) er lig med gennemsnittet af prøvetræernes brysthøjdealdre, der fandtes ved tælling af årringe på borspånerne (jfr. side 45).

Højden er gennemsnittet af prøvetræernes højde. Højdemålingen udførtes med den amerikanske højdemåler eller med Faustmanns højdemåler (begge kontrollerede for ensidige fejl).

Diameteren er prøvetræernes gennemsnitsdiameter.

Boniteten bestemtes ved hjælp af højde og alder; for bøg, eg og rødgran efter *Møller* (1933), for ask efter *Carbonnier* (1947) og for rødel og ædelgran efter *Schwappach* (1929). Den til bonitetsbestemmelsen benyttede alder fandtes som brysthøjdealder plus et tillæg, der for de 3 førstnævnte arters vedkommende fandtes efter *Møller* (l. c.), og for de øvrige arter ansattes på skøn.

I en del tilfælde var de undersøgte bevoksninger så gamle, at de faldt langt udenfor de i tilvækstoversigterne medtagne aldre.

I sådanne tilfælde forlængedes tilvækstoversigternes højdekurver. De herved fundne boniteter er betegnede med et ca.

Jordbunden. Lagenes tykkelse er angivet i cm. I almindelighed undersøgtes undergrunden kun i et enkelt jordbundshul; dette blev dog ofte suppleret ved optagelse af prøver med jordbor. De humøse lag undersøgtes flere steder.

Floraen. Arternes dækningsgrad skønnedes efter *Hult-Sernanders* skala (jfr. *Malmström* 1949):

e,	dækning	mindre end	$^1/_{16}$	
t,	„	$^1/_{16}$	til	$^1/_8$
s,	„	$^1/_8$	„	$^1/_4$
r,	„	$^1/_4$	„	$^1/_2$
y,	„	$^1/_2$	„	$^1/_1$

I tabellen er arter med stor dækningsgrad nævnt først.

[1]) Tabeller og figurer betegnet med romertal findes bagest i afhandlingen.

For nogle artsrige bevoksninger er en del af de fundne, men enkeltvis forekommende arter af pladshensyn udeladt af tabellen. Florabeskrivelsen slutter da med et m. fl.

På de sønderjyske lokaliteter er mosarterne ikke bestemt, kun den samlede dækningsgrad er anført. På de øvrige lokaliteter er kun de mosarter, der havde størst dækningsgrad, bestemt.

Bemærkninger omhandler navnlig bevoksningernes eksposition, terrænets hældningsretning og oplysninger om kendte hugstår. Sidstnævnte er kun oplyst i nævneværdig udstrækning fra Vallø skovdistrikt. Udhugninger, der er gennemført over flere på hinanden følgende år, er ikke medtaget i tabellen.

Det kan måske synes mærkeligt, at der ikke er gjort mere ud af bevoksningsbeskrivelserne f. eks. ved træmålingsundersøgelser af prøveflader. De udførte beskrivelser skal imidlertid kun give en orientering om bevoksningernes tilstand og type, da det af to grunde ville være formålsløst at tilstræbe nogen højere grad af nøjagtighed i beskrivelserne:

1. Årringsanalyserne beskæftiger sig med fortiden, medens en beskrivelse kun giver et nutidsbillede af bevoksningen. Da årringsundersøgelserne fortrinsvis er udført i gamle bevoksninger, er det i høj grad diskutabelt, hvor gode oplysninger en nutidig beskrivelse giver af bevoksningen på de tidspunkter, da årringene, som er genstand for undersøgelsen, dannedes.

2. De udtryk, man finder for en bevoksnings årringsvariationer ved at undersøge en 6—8 prøvetræer, er behæftede med tilfældige fejl. Disse er ikke store i sammenligning med årringsvariationernes størrelse. Da årringsvariationerne forløber næsten parallelt for bevoksninger under meget forskellige vækstvilkår (se f. eks. fig. II og fig. 30), bevirker nævnte tilfældige fejl imidlertid, at det er meget vanskeligt at påvise *forskelle* imellem årringsvariationerne fra 2 bevoksninger. Man kan kun gøre sig håb om at finde sådanne forskelle, hvis forskellene i vækstvilkår er virkelig store, og det er derfor unødvendigt til sådanne sammenligninger at have kårene beskrevet med stor nøjagtighed.

III. ANVENDT METODIK OG BEDØMMELSE AF DENS NØJAGTIGHED.

1. Hvor stort skal et årringsmateriale være for at give nogenlunde pålidelige oplysninger om de af klimaet forårsagede årringsvariationer?

Det er et fundamentalt problem ved iværksættelse af årringsanalyser, der foretages for at klarlægge de af klimavariationerne forårsagede årringsvariationer, at danne sig et skøn over, hvor stort et materiale, der er nødvendigt for at opnå sådanne udtryk for årringsvariationernes størrelse, at de med udbytte kan sammenlignes med klimaobservationer.

Da der ofte er ret betydelige forskelle mellem de enkelte træers årringsvariationer, er det på forhånd klart, at man må basere sådanne undersøgelser på mange træer, og for at kunne eliminere aldersvirkningen (se nærmere side 47) må man have træer af forskellige aldre.

Hvis materialet indsamles i ensaldrede bevoksninger, må det derfor udtages i adskillige sådanne. Det vil da ofte være praktisk i hver bevoksning at udtage mere end et prøvetræ, og dette er nødvendigt, hvis man ønsker forhold oplyst, der knytter sig til de enkelte bevoksninger (hugstreaktioner, årringsvariationernes størrelse ved forskellige aldre o. s. v.).

Der er i litteraturen angivet forskellige oplysninger om, hvor få træer man kan nøjes med og endda opnå et godt udtryk for de klimatisk betingede tilvækstvariationer. *Douglass* (1919) anbefaler anvendelse af mindst 5 træer i hvert materiale, men han har dog fundet, at kun et par træer i enkelte tilfælde kan give gode oplysninger om de klimatiske variationer. *Ording* (1941) har fundet ved undersøgelse (ved korrelationsregning) af en enkelt lokalitet, hvorfra han havde 20 prøvetræer, at 6 træer gav omtrent lige så godt et udtryk for de klimabetingede tilvækstvariationer som de 20 træer, men han fremhæver, at der absolut ikke er ført noget bevis for, at man under andre forhold vil

kunne klare sig med et tilsvarende ringe antal træer, og at der ikke kan opstilles pålidelige alderskurver ved hjælp af et så lille materiale. *Gassner* og *Christiansen-Weniger* (1942) anser 3—5 træer for i almindelighed at være tilstrækkeligt. *Schulman* (1945) angiver, at 2—3 træer fra meget tørre lokaliteter giver udmærket repræsentative oplysninger for en lokalitet. *Mikola* (1950) har undersøgt 10—20 træer på de fleste af sine prøveflader.

Bortset fra *Ording* (l. c.) har ingen af de forfattere, jeg har studeret, fremlagt materiale, der muliggør en bedømmelse af, hvad de forstår ved et „godt" udtryk for de klimatiske variationer, og med undtagelse af *Ording* og *Douglass* (l. c.) ej heller af, hvorledes de er nået til deres opfattelse om et rimeligt antal prøvetræer. Men de varierende opfattelser dækker dog nok over den realitet, at man under forskellige forhold må anvende forskellige prøvetræantal for opnåelse af en vis sikkerhed.

Da denne undersøgelse agtedes gennemført i bevoksninger, der havde været behandlet med tyndingshugster efter almindelig dansk praksis, medens de fleste udenlandske undersøgelser er udførte i urørte eller formodet urørte bevoksninger, var de ovenfor omtalte oplysninger om prøvetræantal ikke særlig meget værd for mig, idet hugstreaktionerne naturligvis i nogen grad vil tilsløre de klimabetingede variationer, hvorfor der må kræves et større materiale — samme sikkerhed forudsat — for at eliminere hugstreaktioner, end hvor sådanne ikke foreligger.

Jeg har tidligere foretaget årringsanalyser af skovfyr og rødgran i Jylland omfattende perioden 1919—1943 (*Holmsgaard* 1945). Det er så heldigt, at disse undersøgelser var baseret på et stort antal prøvetræer, hvorfor materialet muliggør en undersøgelse af, dels hvor stort antallet af prøvetræer skal være i den enkelte bevoksning for at give et rimeligt udtryk for bevoksningens årringsvariationer, dels hvor mange bevoksninger der skal indsamles prøver i for at få udtryk for et mindre områdes klimatisk betingede årringsvariationer.

Nævnte undersøgelse foretoges i bevoksninger, der havde været plejet med hyppige gennemhugninger. Den ene del af materialet indsamledes i 19 granbevoksninger i Gludsted Plantage (i alt 460 prøvetræer) under dårlige vækstforhold, men meget ensartede jordbundsforhold, medens den anden del af materialet stammede fra 18 skovfyrbevoksninger (i alt 336 prøvetræer) fra Linaa Ve-

Tabel 2. Korrelationskoefficienter (r) for den mest betydende klimafaktor (jvf. Holmsgaard 1945) og årringsindeks beregnet ved hjælp af et varierende antal bevoksninger.

Table 2. Correlation coefficients (r) for the most important climatic factor (ref. Holmsgaard, 1945) and tree-ring indices computed by means of a varying number of stands.

Træart *Species*	Lokalitet *Site*	r									
		Antal bevoksninger *Number of stands*									
		1	2	4	6	8	10	12	14	18	19
Gran *Spruce*	Gludsted	+ 0.54	+ 0.47	+ 0.59	+ 0.63	+ 0.64	+ 0.65	+ 0.66	+ 0.65		+ 0.65
Skovfyr *Scotch pine*	Linaa Vesterskov	+ 0.54	+ 0.59	+ 0.62	+ 0.63	+ 0.63	+ 0.66	+ 0.63	+ 0.64	+ 0.64	

sterskov, hvor skovfyrren har en god vækst, og hvor terrainet er stærkt kuperet, og boniteten og ekspositionen er stærkt varierende.

a. Antal bevoksninger på en lokalitet.

På grundlag af de nævnte materialer fra Gludsted Plantage og Linaa Vesterskov kan det bedømmes, hvor god en korrelation man ville have opnået mellem årringsindeks beregnet på basis af et varierende antal bevoksninger og de klimafaktorer, der viste sig at være mest afgørende for årringsvariationen. Disse faktorer var for gran nedbøren i april—juli og for skovfyr middeltemperaturen i februar—april. Alderskorrektionen er foretaget ved hjælp af den alderskurve, der fremstilledes på grundlag af alle undersøgte bevoksninger. Beregningen fremgår af tabel 2. Det ses heraf, at de 2 lokaliteter forholder sig meget ens, idet korrelationskoefficienten[1]) (r) stiger tydeligt med stigende antal

[1]) Da korrelationskoefficienten anvendes en del i det følgende, skal der, af hensyn til de læsere, der ikke måtte have korrelationsregningens principper præsent, kort redegøres for denne størrelses fremkomst og betydning, idet der iøvrigt henvises til en kort fremstilling hos *Møller* (1951) og udførligere fremstillinger hos *Mills* (1938) og *Ezekiel* (1947).

Har man en samling sammenhørende observationspar

$$X_1, Y_1; X_2, Y_2; \ldots\ldots\ldots\ldots X_n, Y_n$$

så siges X og Y at være positivt korrelerede, hvis en stor Y-værdi gennemgående hører sammen med en stor X-værdi og en lille Y-værdi hører sammen med en lille X-værdi. Svarer store Y-værdier gennem-

bevoksninger, indtil dette når ca. 6, hvorefter r kun stiger ubetydeligt.

I de 2 undersøgte tilfælde opnås altså ved beregning af årringsindeks ud fra materiale indsamlet i 6—8 bevoksninger en serie indeks, der kun har en ubetydelig dårligere korrelation med de betydningsfuldeste klimafaktorer end indeks beregnet på basis af 2—3 gange så mange bevoksninger.

I overensstemmelse hermed er hovedparten af årringsindeksene i den her fremlagte undersøgelse beregnet af materiale fra mindst 6, i de fleste tilfælde 7 bevoksninger.

---

gående til små X-værdier og små Y-værdier til store X-værdier, siges de to variable at være negativt korrelerede.

Hvis sammenhængen imellem de to variable er lineær, d. v. s. at observationsparrene indlagt i et koordinatsystem kan udjævnes ved en ret linie, og Y-værdierne er normalt fordelt om denne linie, så kan den „bedste" udjævningslinie beregnes ved hjælp af de mindste kvadraters metode, hvorved summen af kvadraterne på Y-værdiernes afvigelse fra den rette linie bliver minimal. Denne udjævningslinie, regressionslinien, vil for en vilkårlig X-værdi angive den mest sandsynlige Y-værdi. Den rette linies ligning er $Y = a + bX$, og ligningens konstanter a og b kan beregnes af formlerne

$$a = M_y - b\,M_x$$

$$b = \frac{\Sigma\,(X\,Y) - n\,M_x\,M_y}{\Sigma\,(X^2) - n\,(M_x)^2}$$

hvor M_y og M_x er henholdsvis Y- og X-observationernes middeltal.

Regressionslinien angiver Y's gennemsnitlige afhængighed af X. For at vide, hvor stor tillid man kan have til den fundne sammenhæng, må man kende Y-værdiernes spredning omkring linien, ligesom man for at bedømme et middeltals godhed må kende spredningen på de observationer, der ligger til grund for middeltallet. Kaldes Y-værdiernes ordinatafvigelser fra udjævningslinien for v_1, v_2, v_n, beregnes Y-værdiernes spredning (eller middelafvigelse), S_y om udjævningslinien af

$$S_y{}^2 = \frac{\Sigma\,v^2}{n-2}$$

Ved normal fordeling af Y-værdierne omkring regressionslinien vil 68 % af Y-værdierne ligge inden for en afstand fra linien af $\pm\,S_y$, og 95 % af Y-værdierne vil ligge inden for en afstand af $\pm\,2\,S_y$ o. s. v.

Y-værdiernes spredning (σ_y) omkring deres middeltal beregnes af formlen

$$\sigma_y{}^2 = \frac{\Sigma\,d^2}{n-1},$$

hvor $d_1 = M_y - Y_1$, $d_2 = M_y - Y_2$ .....

Jo mindre S_y er i forhold til σ_y, des stærkere er korrelationen imellem X og Y, og des større er fordelen ved at regne med, at Y-vær-

b. Antal prøvetræer i hver bevoksning.

Det enkelte træs årringsvariationer er en kombination af dets reaktioner på klimatiske variationer og på andre ændringer i træets milieu, først og fremmest ændringer i bevoksningens slutningsgrad omkring træet. Ved et hugstindgreb vil nogle træer

---

dierne er afhængige af X-værdierne. Man kan angive korrelationens stramhed eller styrke ved korrelationskoefficienten (r), der er defineret således

$$r^2 = 1 - \frac{S_y^2}{\sigma_y^2}$$

Der findes formler, ved hjælp af hvilke man kan beregne både σ_y, S_y og r direkte af observationerne.

Korrelationskoefficienten r er en ubenævnt størrelse, der er særlig anvendelig til sammenligning af korrelationens styrke i forskellige materialer. r angives positiv ved positiv korrelation (b's fortegn positiv) — negativ ved negativ korrelation, og r kan således antage værdier imellem —1 og +1. r = —1 eller r = +1 angiver fuldstændig korrelation, d. v. s. at alle observerede Y-værdier falder nøjagtigt på udjævningslinien. r-værdier i nærheden af 0 angiver, at der ikke er nogen korrelation imellem Y og X.

r^2 er udtryk for, hvor stor en brøkdel af Y-værdiernes variationer (varians) der skyldes variationer i X.

r bestemt af en samling observationspar vil selvfølgelig ikke være noget fejlfrit skøn for korrelationen i den population, som samlingen er udtaget af. For store materialer (antallet af observationspar bør næppe være under 50) kan r's middelfejl beregnes som

$$\sigma_r = \frac{1 - r^2}{\sqrt{n - 2}}$$

For mindre værdier af n kan man ved hjælp af tabeller bedømme, om det er sandsynligt, at den fundne korrelation skyldes tilfældigheder i materialet. Eksempelvis anføres efter *Fisher* (1946), at for

Antal observationspar — 2:	10	15	20	25	30	40	50	60
skal r ved 5 % grænsen være mindst	0.5760	0.4821	0.4227	0.3809	0.3494	0.3044	0.2732	0.2500

hvilket skal forstås således, at man f. eks. af et materiale med 42 observationspar kun i 5 af 100 tilfælde vil finde en korrelationskoefficient så høj som 0.3044 eller så lav som —0.3044, hvis der ikke er nogen korrelation i den population, som observationsparrene repræsenterer.

Ligningen Y = a + bX angiver den lovmæssighed, som forbinder de 2 variable, S_y angiver spredningen i absolut mål om den rette linie, og r er et abstrakt udtryk for korrelationens styrke. Hvilke af disse udtryk der er af størst praktisk betydning, afhænger af det undersøgte problem.

blive særligt begunstigede og årringsbredderne som følge deraf i de næste år stige stærkt; andre træer vil blive mindre eller slet ikke begunstigede ved samme hugst, men vil reagere på andre hugster. Hugstvirkninger og andre milieuvirkninger kan på det enkelte træ være meget store, så store at de dækker klimavirkningerne. Man må derfor på forhånd vente, at den korrelation, man finder mellem klimaet og det enkelte træs årringsvariationer, vil være ringe. Danner man derimod middeltal af årringene for flere træer i en bevoksning, vil de individuelle variationer udlignes, og middeltallenes variationer må ventes at vise bedre korrelation med klimaet end det enkelte træs variationer.

Fuldkommen korrelation mellem klimavariationer og de gennemsnitlige årringsvariationer i en bevoksning kan man dog aldrig vente at finde, selv om der anvendes et meget stort prøvetræmateriale, idet de *gennemsnitlige* påvirkninger af hugstindgreb o. a. jo ikke fjernes ved anvendelse af et stort materiale — men kun bestemmes med større sikkerhed, jo større materiale der indsamles.

I materialerne fra Gludsted Plantage og Linaa Vesterskov var det gennemsnitlige antal prøvetræer i bevoksningerne henholdsvis 24 og 19. Da selve målingen af årringsbredderne er en meget betydelig del af arbejdet ved en årringsanalyse, er det af betydning at være klar over, om et så stort antal prøvetræer er nødvendigt for at få et godt udtryk for de gennemsnitlige årringsvariationer i en bevoksning.

Før denne undersøgelse iværksattes, undersøgtes derfor, hvor godt klimavariationerne kom til udtryk i de procentiske middelårringsbredder (se side 50) i 2 granbevoksninger fra Gludsted plantage og 2 skovfyrbevoksninger fra Linaa Vesterskov, når man baserede de procentiske middelårringsbredder på et varierende antal prøvetræer, og alderskorrektionen udførtes ved hjælp af den på basis af alle undersøgte bevoksninger opstillede alderskurve (se side 47 f.). Som udtryk for klimavariationerne anvendtes de for lokaliteterne fremstillede årringsindeks (defineret side 52). De fundne korrelationskoefficienter fremgår af tabel 3 a. Det kunne måske synes mere nærliggende igen at sammenligne med den mest betydende klimafaktor — men den fundne korrelation mellem årringsbredde og klimafaktor var jo ikke særlig stærk, og en sådan sammenligning ville derfor kun give et løst bedømmelsesgrundlag. Årringsindeksene giver derimod

Tabel 3. Korrelationskoefficienter (r) for samvariationen i en 25-års periode for årringsindeks og enkelte bevoksningers procentiske middelårringsbredder, når disse beregnes af forskellige antal prøvetræer. (Materialerne nr. 1—4 fra Holmsgaard 1945).

Table 3. Correlation coefficients (r) for a 25-year period for tree-ring indices and the percentual mean ring-widths of single stands, these widths being computed from different numbers of sample trees (materials Nos. 1—4 from Holmsgaard, 1945).

	Nr. *No.*	Træart *Species*	Lokalitet *Site*	Afd. *Compartment*	r — Antal prøvetræer: *Number of sample trees:* 1	2	4	6	8	12	20	27	Indeksene er beregnet af antal bevoksninger *Indices computed from number of stands.*	Undersøgt periode *Period investigated*
a	1	Gran *Spruce*	Gludsted	204	+ 0.49	+ 0.62	+ 0.77	+ 0.86	+ 0.93	+ 0.93	+ 0.95	+ 0.95	19 (16)	1919-1943
	2	»	»	126	+ 0.63	+ 0.72	+ 0.88	+ 0.89	+ 0.89	+ 0.91	+ 0.91	+ 0.90	»	» »
	3	Skovfyr *Scotch pine*	LinaaVesterskov	117	+ 0.62	+ 0.63	+ 0.60	+ 0.65	+ 0.64	+ 0.66	+ 0.73	+ 0.77	18 (15)	» »
	4	»	»	24	+ 0.50	+ 0.66	+ 0.78	+ 0.87	+ 0.80	+ 0.77	+ 0.88	+ 0.92	»	» »
b	5	Gran *Spruce*	Vallø	245 a	+ 0.74	+ 0.74	+ 0.82	+ 0.84	+ 0.89	+ 0.90	+ 0.92	+ 0.93	10 (6)	1924-1948
	6	Bøg *Beech*	»	338 b	+ 0.22	+ 0.37	+ 0.38	+ 0.47	+ 0.41	+ 0.49	+ 0.58	+ 0.65	8	» »
	7	»	»	»	+ 0.65	+ 0.75	+ 0.82	+ 0.83	+ 0.88	+ 0.88	+ 0.93	+ 0.95	8	1899-1923

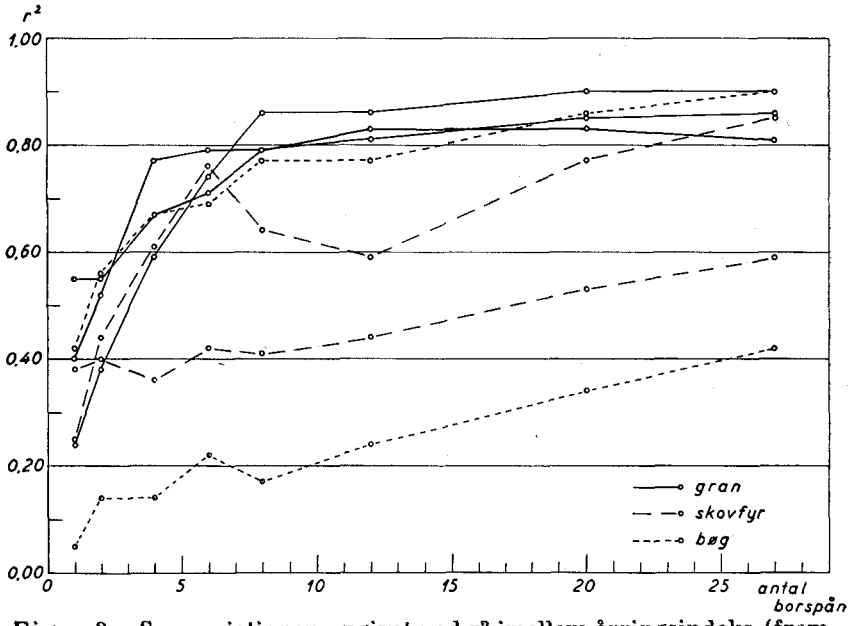
med god tilnærmelse den fulde klimareaktion og ikke blot, hvad der svarer til en enkelt klimatisk faktors indflydelse.

Det er ikke særlig sandsynligt, at sammenhængen mellem antallet af prøvetræer og den sikkerhed, hvormed de procentiske middelårringsbredder bestemmes, vil være ens for alle træarter eller lokaliteter. For at afprøve indsamlingshypotesen under andre forhold udtoges derfor på et senere stadium af undersøgelsen et stort antal prøvetræer i en bøge- og en granbevoksning på Vallø. Sammenligningen skete også her for en 25-årig periode og med de for lokaliteten opstillede årringsindeks. Resultaterne fremgår af tabel 3 b og vil for oversigtens skyld blive omtalt sammen med det primære materiale fra Gludsted plantage og Linaa Vesterskov. Det bemærkes, at de undersøgte bevoksninger i alle tilfælde indgår i de årringsindeks, hvormed de sammenlignes, hvilket bevirker, at de fundne korrelationskoefficienter (navnlig ved de store prøvetræantal) bliver lidt større, end hvis de sammenlignede serier var uafhængigt opstillede.

Det ses af tabel 3, at r stiger ret kraftigt for stigende prøvetræantal, indtil dette når 6—8, hvorefter stigningen bliver mindre kraftig. Der er ikke noget mærkeligt i, at r er ret forskellig for de undersøgte bevoksninger, idet de ikke-klimatiske påvirkninger, som bevoksningerne har været genstand for, jo meget vel kan være af forskellig størrelse.

Når r for en af de undersøgte perioder i bøgebevoksningen fra Vallø er påfaldende lav, forklares dette delvis ved, at bevoksningen i den pågældende periode har en langtidsvariation (formentlig som følge af utypisk hugstbehandling), der ikke følger alderskurven for lokaliteten, medens den i den anden undersøgte periode følger alderskurven ganske godt og da også i denne har samme stigning i r for stigende prøvetræantal, som de øvrige bevoksninger.

Værdien af r^2 angiver, hvor stor en del af middelårringsbreddens varians (= spredningen i 2' potens) der kan tilskrives klimatiske årsager — eller andre for lokaliteten fælles årsager (jvf. *Ezekiel* 1947), og det er derfor værd at se nærmere på r^2, der er indtegnet på fig. 2. Denne viser, at i 5 af de undersøgte 7 tilfælde stiger r^2 kraftigt til omkring 6—8 prøvetræer, hvor de klimatiske — eller andre fælles-variationer — andrager ca. 70—80 % af den samlede varians i den procentiske middelårringsbredde. Herefter stiger r^2 mindre kraftigt, og ved 27 prøvetræer er fælles-varia-



Figur 2. Samvariationen angivet ved r^2 imellem årringsindeks (fremstillet på grundlag af målinger i mange bevoksninger) og enkelte bevoksningers procentiske middelårringsbredder, når sidstnævnte bestemmes af et varierende antal borspåner.

Fig. 2. The correlation (r^2) of the tree-ring indices (based on material from many stands) and the percentual mean ring-widths of single stands, determined by a varying number of cores.

Explanation: Antal borspån = number of cores
Gran = Norway spruce
Skovfyr = Scotch pine
Bøg = beech

tionernes andel i den procentiske middelårringsbreddes varians 80—90 %. Ved at prøvetræantallet forøges fra ca. 7 til det 4-dobbelte, forøges materialets værdi til bestemmelse af de klimabetingede årringsvariationer altså kun lidt, og i konsekvens heraf blev der ved undersøgelserne udtaget ca. 7 prøvetræer i hver bevoksning.

Det er naturligvis kedeligt, at man herved kommer til at arbejde med bevoksninger, der, som de 2 nederste på fig. 2, får rækker af procentiske middelårringsbredder, hvor kun 20—40 % af rækkernes varians kan tilskrives klimavariationer. Men disse bevoksningers variationer er i så høj grad betinget af andre forhold end klimaet, at man selv ved forøgelse af prøvetræantallet til det 4-dobbelte ikke ville opnå at få rækker, der er så gode udtryk for de klimabetingede variationer som i andre og mere nor-

Tabel 4. Korrelationskoefficienter (r) for procentisk middelårringsbredde for 3 bøgebevoksninger på Vallø og årringsindeks (bøg III, tabel II_{III}) for forskellige periodelængder.

Table 4. Correlation coefficients (r) for the percentual mean ring-widths for three beech stands at Vallø, and tree-ring indices (Beech III, ref. Table II_{III}) for periods of different lengths.

Afd. *Compartment*	Brysthøjde alder *Breast-height age*	Antal prøvetræer *No. of sample trees*	r Perioden: *Period:* 1925—1949	1900—1949	1875—1949	1850—1949
436 a	117	7 (6)	+ 0.93	+ 0.90	+ 0.75	+ 0.64
232^{IV}	121	7	+ 0.87	+ 0.72	+ 0.65	+ 0.66
390 a	138	7	+ 0.89	+ 0.88	+ 0.85	+ 0.76

male bevoksninger ved hjælp af 7 prøvetræer, og det ville derfor være dårlig arbejdsøkonomi at søge at indsamle supplerende materiale fra flere prøvetræer i sådanne utypiske bevoksninger. — At disse ved indeksberegningen må indgå på lige fod med andre bevoksninger, der klarere afspejler klimavariationerne, er en selvfølge, selv om den samvariation, man måtte finde mellem klima- og årringsvariationer, herved bliver mindre tydelig.

Det kunne tænkes, at variationerne i r og kurverne for r^2 på fig. 2 ville være faldet anderledes ud, hvis man i stedet for 25-årige perioder havde benyttet længere perioder. En positiv korrelationskoefficient er jo udtryk for, at afvigelserne i de 2 serier har en tendens til at have samme fortegn og til at stå i et konstant forhold til hinanden. Hvis en bevoksning ikke følger den fremstillede alders-kurve, men er drejet i forhold til denne, så vil chancerne for, at en vis afvigelse i middelårringsbredden falder sammen med en tilsvarende afvigelse i lokalitetens årringsindeks, blive mindre og mindre, og korrelationskoefficienten derfor også blive mindre, jo længere periode sammenligningen udstrækkes over. Til undersøgelse af dette forhold udtoges tilfældigt 3 af de ældste bøgebevoksninger på Vallø, der sammenlignedes med de tilsvarende årringsindeks (hvori de selv indgår). Resultatet af beregningen fremgår af tabel 4, og det ses heraf, at r ikke falder særlig stærkt, når perioden forlænges til 50 år, og at korrelationskoefficienterne i høj grad er signifikante selv ved en 100-årig periode. For en 25-årig periode ligger r^2 og dermed den del af middelårringsbreddernes varians, der kan for-

klares ud fra variansen i årringsindeks mellem 75 og 85 % og ved en 100-årig periode mellem 40 og 60 %. Det er således tydeligt, at niveauet for kurverne på fig. 2 er bestemt af alderskorrektionens godhed og ved den form for alderskorrektion, som jeg har anvendt, af den undersøgte periodes længde; men at kurvernes form skulle ændres væsentlig ved anvendelse af en anden periodelængde, er lidet sandsynligt. Iøvrigt styrker tabel 4 formodningen om, at den nederste kurve for bøgebevoksningen på fig. 2 er en ren undtagelse.

Hvis man er villig til at måle årringsvariationer for 50 prøvetræer for at opstille årringsindeks for en lokalitet, skulle man måske synes, at det ad beregningsmæssig vej lod sig afgøre, om det er mest fordelagtigt at måle:

25	træer	i	2	bevoksninger
10	„	-	5	„
7	„	-	7	„
5	„	-	10	„
2	„	-	25	„

En sådan afgørelse er dog vanskelig, da man, hvis man agter at benytte den af mig anvendte metodik, må fremstille en alderskurve for lokaliteten, og en sådan må nødvendigvis baseres på en del bevoksninger (skønsvis 6—8), hvis man skal undgå at eliminere langtidige klimasvingninger alt for kraftigt. Ønsker man på den anden side at klarlægge forhold vedrørende årringsvariationer også ved hjælp af observationer fra de enkelte bevoksninger, må der nødvendigvis — som det fremgår af fig. 2 — være en 6—8 træer i disse, og kombinationen 7 × 7 prøvetræer synes da ifølge det foregående at give såvel et rimeligt godt udtryk for de enkelte bevoksningers gennemsnitlige klimatiske årringsvariationer som for lokalitetens variationer, som disse kan beregnes af bevoksningernes gennemsnit.

2. Anvendt teknik ved årringsmålingen og fejlkilder ved denne.

Der er med held anvendt mange forskellige metoder til årringsmålinger (se f. eks. *Erlandsson* 1936, *Ording* 1941, *Ruden* 1945, *Eklund* 1949 og *Müller-Stoll* 1951). Målemetoden spiller ikke nogen større rolle for resultatet; man må blot forlange, at den skal give et rigtigt forhold imellem de målte årringe i en

serie, idet man i regelen kun har mindre interesse af at kende årringenes absolutte størrelse.

Borspåner må i de fleste tilfælde anses for velegnede til årringsundersøgelser. De har den praktiske fordel fremfor stammeskiver, at de ikke ved indsamlingen ødelægger værdifuldt træ, endvidere at de er lette at transportere og behandle både før og under målingen. Nogen systematisk fejl i form af sammentrykning af årringen ved tilvækstborets indpresning har ikke kunnet konstateres af *Ilvessalo* (1942) eller *Samuelson* (1952).

a. Behandling af borspånen før målingen.

Da alle tilvækstbestemmelser i skovbruget udføres på friskt ved, er det naturligt — men ikke nødvendigt — at man ved årringsundersøgelser med forstlige formål tilstræber måling af vedprøver, der så nær som muligt har det friske veds dimensioner[1]).

Dette er en af grundene til, at borspånerne først stilledes i vand i et kvarter — i regelen betydelig længere. De antager formodentlig herved omtrent samme størrelse som i frisk tilstand. Men tillige kommer årringsgrænserne til at fremtræde tydeligere, end de almindeligvis gør på tørre spåner, og det er også nemmere at renskære fugtige borspåner end tørre. Ved blødlægningen vil også en ensidig — om end lille — fejl for størstedelen blive elimineret, hvad der vil fremgå af følgende:

Eklund (1951) har udført en grundig undersøgelse over, hvor meget borspåner af mellemsvensk gran og fyr krymper fra helt frisk til lufttør tilstand. Han fandt, at brede årringe procentvis krymper betydeligt mindre ved tørringen end smalle år-

---

[1]) Det friske veds dimensioner er ganske vist ikke helt konstante. Således aftager diameteren i langvarigt frostvejr ifølge *Friedrich* (1897 og 1907) og *Oppermann* og *Bornebusch* (1926). Sidstnævnte forfattere fandt, at middeldiameteren af 40 bøgestammer ved slutningen af en kold vinter var godt 1 % mindre end om efteråret.

I vækstperioden aftager træstammens diameter fra den tidlige morgen til hen på eftermiddagen. Derefter tiltager den til morgendæmringen, hvor den når sin maksimale størrelse. (*Kraus* (1882), *Friedrich* (1897), *MacDougal* (1925 og 1936), *Haasis* (1934)). Denne daglige variation, der skyldes ændringer i stammens vandindhold som følge af træets transpiration, er dog yderst ringe og overstiger ifølge *Friedrich* sjældent 1 ‰ af diameteren. De samme forfattere har også vist, at diameteren er større i regnrige perioder end i tørkeperioder.

ringe. Ved måling af tørre borspåner med stærkt varierende årringsbredde vil de brede årringe derfor blive for store i forhold til de smalle. Den ensidige fejl, der herved begås, kan ofte nå en størrelse af ca. 1 %. Ved de almindeligt forekommende årringsbredder krymper splinten af både fyr og gran mere end kærne og hjerteved.

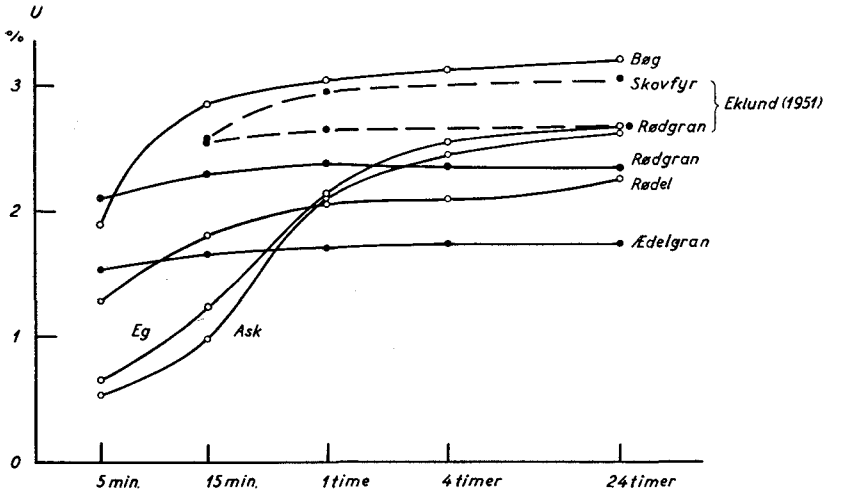
Eklund fandt også, at blødlægning i vand i 1 time praktisk taget fik borspånerne til at svulme op til samme størrelse, som de havde i frisk tilstand. — Meget smalle årringe hos både splint og hjerteved af gran og splint af fyr bliver dog ved blødlægning i 15 minutter større, end de var i frisk tilstand.

I gennemsnit for de undersøgte 361 fyrrer og 420 graner fandt *Eklund* (*Eklunds* tabel 3 og 4) følgende krympning ved tørring fra frisk til lufttør tilstand og følgende resterende krympning efter blødlægning i vand:

Træart		Middelårringsbredde	Krympning	Resterende krympning efter blødlægning i vand i		
				15 minutter	60 minutter	24 timer
		mm	Procent			
Fyr	Splint	0,95	3,40	0,16	0,07	0,03
»	Kærne	1,50	2,56	0,77	0,15	0,00
»	Splint + kærne	1,17	2,97	0,47	0,11	0,01
Gran	Splint	1,49	2,79	0,08	0,04	0,03
»	Hjerteved	1,71	2,44	0,22	0,05	0,01
»	Splint + Hjerteved	1,59	2,62	0,15	0,04	0,02

Det fremgår heraf, at man ved at måle borspåner af gran efter at have haft dem stående i vand i et kvarters tid kun indfører en ubetydelig fejl på årringenes absolutte størrelse. *Forholdet* mellem størrelsen af borspånens forskellige årringe må derfor — i hvert fald hos gran — være så rigtigt, at den evt. ensidige fejl på bestemmelsen af forholdet mellem størrelsen af årringe i splint og hjerteved og mellem brede og smalle årringe er forsvindende i sammenligning med de øvrige fejlkilder, der knytter sig til årringsmålingen.

Eklunds resultater stemmer godt overens med en tidligere undersøgelse af *Ilvessalo* (1942).



Figur 3. Borspåners udbulning (U) (angivet i procent af lufttør længde) som funktion af vandoptagelsens varighed.

Fig. 3. Bulging (U) of increment cores indicated in per cent. of air-dry length as a function of the duration of the water-absorption.

Explanation:	*Timer*	= *hours*
	Bøg	= *beech*
	Eg	= *oak*
	Rødel	= *alder*
	Skovfyr	= *Scotch pine*
	Rødgran	= *Norway spruce*
	Ædelgran	= *Silver fir*

Jeg har selv undersøgt udbulningshastigheden hos rødgran, ædelgran, bøg, rødel, eg og ask. Af hver af arterne måltes længden af 25—27 borspåner med passer og transversallineal i tør tilstand, efter blødlægning i 5 min., 15 min., 1 time, 4 timer og 24 timer. Der blev ikke skelnet mellem splint, hjerteved eller kærne. Den gennemsnitlige udbulning i procent af lufttør tilstand fremgår af fig. 3, hvor tillige *Eklunds* værdier for skovfyr og rødgran er indlagt.

Det ses, at borspåner af rødgran og ædelgran bulner meget hurtigt ud og i løbet af 5 minutter opnår ca. 90 % af deres største udbulning. De spredtporede løvtræer, bøg og rødel, bulner lidt langsommere ud, men har i løbet af et kvarters tid nået 80—90 % af udbulningen efter 24 timers forløb, medens de ringporede løvtræer, eg og ask, først efter en times forløb opnår 80 % af 24-timers udbulningen. Den langsomme vandoptagning hos eg og ask skal muligvis forklares ved, at hårrørsvirkningen i store porer er mindre kraftig end i små porer.

Efter gennemfugtningen blev borspånen fastspændt i en fure mellem 2 brædder og høvlet (vinkelret på fiberretning) med en velsleben bugthøvl.

Alle spåner af bøg og rødel samt en del spåner af de øvrige undersøgte træarter blev farvede efter en af professor *L. G. Romell* udarbejdet teknik:

Der påsmøres en hvid farve (her alm. vandopløselig plakatfarve), der gnides godt ned i træets porer. Den smurte flade tørres grundig af med en klud, og eventuelt tages der et enkelt snit med bugthøvlen. Derefter vil de af farven fyldte porer fremtræde særdeles klart, og årringsgrænserne ses almindeligvis med stor tydelighed selv i småporede løvtræer som bøg og el.

Derefter afmærkedes hver 10. årring regnet fra barken med et blækmærke. Under målingen kontrolleredes, at de afmærkede årringe faldt på de rigtige år i målingsskemaet for den pågældende bevoksning, således at gal datering af årringe, fremkommet ved dobbeltmåling el. overspringning af årringe, blev undgået.

b. Årringsmålingen.

Målingerne udførtes med et mikroskop med måleokular. Der anvendtes en forstørrelse på 24 × og en måleenhed på $^1/_{18}$ mm (= 0,0556 mm). (I enkelte bevoksninger blev dog anvendt en måleenhed på 0,043 mm). Ved undersøgelse af tvivlsomme årringsgrænser benyttedes større forstørrelser, ligesom der til dette formål fremstilledes snitpræparater.

Under målingen styredes borspånen med hånden, og spånen (eller måleokularet) drejedes således, at årringsbredden altid blev målt vinkelret på årringsgrænserne. Det tilstræbtes at måle årringsbredderne i forlængelse af hinanden, således at målene så vidt muligt blev taget i venstre side af borspånen, hvis der begyndtes i venstre side, til samme side for en stor marvstråle o. s. v.

Af hensyn til træets aldersbestemmelse (jfr. side 45) noteredes ved målingens afslutning afstanden fra den inderste grænse af sidste målte årring til midten af marven. Hvis marven ikke var ramt af borspånen, kunne man i regelen skønne dens beliggenhed med god sikkerhed ved at placere borspånen over et papir med koncentriske cirkler.

Det viser sig, at enkelte år giver sig udslag i en særlig stor eller særlig lille årringsbredde hos den ganske overvejende del af en bevoksnings træer. Det er navnlig de små årringe, der er iøjnefaldende, og det er disse, der forekommer med størst regelmæssighed.

Visse årringe er også karakteristiske ved at indeholde bånd af tykkere vedelementer (falske årringe), og bidrager derved til sikring af rigtig datering[1]). Næsten alle, der har arbejdet med store årringsmaterialer, er da også enige om, at man meget hurtigt lærer at genkende karakteristiske år i serierne.

Til yderligere sikring mod dateringsfejl blev alle bevoksninger gennemgåede, når summen af de enkelte års årringsbredder var beregnet for bevoksningen. Borspåner, der tydeligt havde afvigende årringsgang omkring år med karakteristisk stor eller lille årringsbredde, blev eftermålt, og i ganske enkelte tilfælde kunne der påvises gal datering, og fejlen blev rettet. Særlige forhold ved datering af bøg fra dårlige boniteter omtales i det følgende.

c. Falske og manglende årringe.

Falske årringsgrænser kan være overordentlig hyppige på visse lokaliteter; således har *Schulman* (1945) fundet, at en gruppe Pinus ponderosa havde en eller flere falske årringsgrænser i omtrent hveranden årring.

Falske årringsgrænser, der end ikke ved *mikroskopiske* undersøgelser med sikkerhed kan skelnes fra rigtige årringsgrænser, er dog uhyre sjældne (jvf. *O. G. Petersen* 1916), og kun i nogle få tilfælde i det undersøgte materiale har det ikke kunnet afgøres, om der var tale om en ægte eller en falsk årring.

Manglende årringe er ofte konstaterede på undertrykte træer og organer (*Hartig* (1869 og 1871), *O. G. Petersen* (1899 og 1904), *Rubner* (1910), *Holmsgaard* (1950)), og det er vist en ret almindelig opfattelse, at de kun forekommer hos sådanne.

[1]) *Dobbs* (1952) anser, at den ret regelmæssige forekomst af sådanne bånd i nogle af ham undersøgte lærkebevoksninger var et uundværligt hjælpemiddel til rigtig datering. At rigtig okulær datering af ubehandlede årringe undertiden er vanskelig eller ligefrem umulig, er øjensynligt. Mit materiale tyder på, at man bør nære nogen mistro til rigtigheden af tilvækstundersøgelser eller aldersbestemmelser af bøg foretaget ved en sådan fremgangsmåde.

Årringe kan dog også mangle på træer, der ikke har været undertrykte (*Schwarz* 1899, *Huntington* 1914, *Douglass* 1919, *Antevs* 1925, *Glock* 1937, *Gassner* og *Christiansen-Weniger* 1942, *Müller-Stoll* 1951). Sidstnævnte har konstateret, at årringe kan mangle hos både bøg og eg. Følgende udtalelse af *Weck* (1948 b) er vist nogenlunde rammende:

„In witterungsmässig besonders ungünstigen Vegetationszeiten kann auf geringeren Standorten in den unteren und mittleren Zonen des Stammes die Jahrringbildung ganz aussetzen. Bei unterdrückten Stämmen tritt solches Aussetzen leichter ein als bei gesunden herrschenden Stämmen eines Bestandes."

Schwarz (1899), *Harper* (1913) og *Evenden* (1940) har fundet, at stærke afløvninger af insekter kan resultere i, at der ikke afsættes årringe på dele af stammen. Ved de af *Harper* undersøgte Nematus-angrebne lærk manglede årringe særlig i stammens nedre del. *Evenden* fandt, at der hos Neophasia-angrebne Pinus ponderosa kunne gå indtil 11 år efter angrebet, inden der igen afsattes årring i brysthøjde.

I det undersøgte materiale manglede der årringe i en række tilfælde hos bøg ved træer med en diameter i nærheden af bevoksningens middeldiameter, d. v. s. træer som absolut ikke var undertrykte, og som næppe heller har været det, da de pågældende årringe skulle være dannede.

Under målingen af bøgematerialet fra Rold skov var det påfaldende, at der var dårlig overensstemmelse mellem årringsvariationerne hos træer i samme bevoksning. Målingerne tydede på, at uoverensstemmelserne måtte ligge i nogle få adskilte år, der viste sig at være de samme for træer fra forskellige bevoksninger.

Det var altid sådan, at de træer, hvis årringsgang afveg fra det normale, på et kortere eller længere stykke af spånen havde de karakteristiske minimumsår et eller et par år før end normalt (regnet fra barken). Da det ikke var muligt ved eftermåling at konstatere dateringsfejl, var det nærliggende at forklare de afvigende årringsforløb ved, at visse årringe manglede.

De prøvetræer, der havde unormal årringsgang, blev opsøgt i skoven igen, og der blev taget 3 nye borspåner i brysthøjde. Den ene spån blev taget nogle få cm over eller under den først ud-

Tabel 5. Bøg. Buderupholm Skovdistrikt. Oversigt over træer med manglende årringe.
Borspåner betegnet med O er de primært udtagne spåner, b og c er ligesom O udtaget i brysthøjde, men 120° til hver sin side for O; spån a er udtaget nogle få cm over eller under spån O.

Table 5. Beech. Buderupholm Forest District. Review of trees with missing tree-rings.
Cores denoted by O are those taken out primarily; like O, b and c are taken out at breast-height, but at 120° on either side of O; cores a are taken out a few centimetres above or below O.

Afd. *Compartment*	Træ-nr. *Tree No.*	Manglende årring på spån i omegnen af og formodentlig i tilslutning til året *Missing tree-ring on core in the vicinity of, and presumably in connection with, the year:*								Spån benyttet til årringsindeks *Core used for tree-ring indices*
		1941	1938	1933	1926	1915-1916	1909	1900	1869	
1	3					O, a, c				b
28	6					O, a, b, c				O (Kun for perioden 1920-1950) *(Only for the period 1920—50)*
137	3					O, a, b, c				
	4					O, a, c	a			b
184	2					O, a, b, c				O (Kun for perioden 1920-1950)
	3								O	c
	5			O, a, c	a	O, a, b, c	a, b			
199	6					O, a, b				c
	7					O, a, b, c				O (Kun for perioden 1920-1950)
	8					O. a, b, c				O (Kun for perioden 1920-1950)
235	3		(a)			O, b, c				O (Kun for perioden 1920-1950)
274	1	(O, a, b, c)				O, a, b, c		O, a, b, c		
	6			O, (b), c	O	c		a (b)		a (Kun for perioden 1901-1950)
	7					O, b, c				a

tagne, og de 2 andre spåner udtoges i samme højde, men 120° til hver side for den første.

Ved måling af disse ekstraspåner viste det sig, at en del af dem havde normal årringsgang, og sammenligning mellem årringsbredderne på de 4 spåner fra samme træ viste i en del tilfælde klart, at den konstaterede uoverensstemmelse med de normalt varierende træer i bevoksningen skyldtes, at der hos træer med utypisk årringsgang langs en eller flere radier ikke var afsat årringe i alle år.

I tabel 5 gives en oversigt over de undersøgte træer med manglende årringe. Angivelserne i tabellen af de år, i tilknyt-

ning til hvilke årringsmangelen er opstået, må tages med forbehold, da borspånerne i de pågældende afsnit af serierne oftest er så finringede og klimaudsvingene så tilslørede, at det er vanskeligt at afgøre, i hvilket år der ikke er afsat årring.

Det ses af tabellen, at der i alle de 7 bevoksninger, der indgår i indeksberegningen, fandtes træer, hvor en eller flere årringe manglede på den først udtagne spån. Af de undersøgte 53 prøvetræer manglede de 14 årringe på den først undersøgte borspån. På 5 træer havde mindst en af de andre borspåner dog normale årringsvariationer.

Ved gennemgang af årringenes udseende hos de spåner, der mangler årringe eller har meget rudimentære årringe, viser det sig, at der findes alle overgange fra fuldstændige, men meget smalle årringe → årringe, der løber sammen med en anden årring, men lader sig adskille fra denne i den ene side af spånen, → spor af en årring, der kun giver sig til kende som enkelte kar i høstvedzonen i en anden årring, → fortykkelse af høstvedzonen i en anden årring → absolut intet spor. Tilsvarende jævne overgange mellem helt fraværende årringe og fuldstændige årringe omtales af *Glock* (1937), der med nogle instruktive figurer viser, hvorledes årringe kan mangle langs nogle radier og i visse højder på stammen af Pinus ponderosa og være tilstede på andre dele af stammen. (Jvf. også *Gassner* og *Christiansen-Weniger* 1942).

Allerede fra den type, der viser sig som enkelte kar i en anden årrings høstvedzone, er det umuligt — uden kendskab til lokalitetens årringsvariationer — at afgøre, om disse enkelte kar skal opfattes som en rudimentær årring, idet enkelte kar i høstvedzonen også forekommer hos ganske normale årringe. I 2 tilfælde var årringsgangen normal på en spån, der kun var taget nogle få cm over eller under en unormalt varierende spån.

Det giver naturligvis muligheder for fejl ved fremstillingen af årringsindeks, at der i nogle år hos en del træer kun afsættes ufuldstændig årring eller slet ingen årring.

Nogen fuldstændig sikkerhed for rigtig datering af årringene opnås hverken ved udtagelse af stammeskiver eller af flere spåner i brysthøjde, idet årringene kan mangle helt i brysthøjde (jvf. *Glock* 1937). Den bedste sikkerhed opnås ved sammenligning af tilvækstvariationerne hos flere træer. Manglende samvariation mellem årringsserier bør dog selvfølgelig ikke føre til udskydelse af træer, medmindre man har en rimelig sikkerhed for, at der foreligger dateringsfejl.

Da årringsvariationerne hos de enkelte træer er sammenlignet i hver af de undersøgte bevoksninger, og da der altid findes karakteristiske år, der præger årringsgangen, er det ikke sandsynligt, at der i Buderupholm-materialet mangler flere årringe (i hvert fald næppe i de sidste 100 år) end anført i tabel 5.

Hos de 5 prøvetræer, hvis årringsvariationer var normale på en af ekstraspånerne, er disse ekstraspåner anvendt i stedet for primær-spånerne. 3 træer med unormale årringsvariationer er helt udskudt, og 6 træer er medtaget, men kun så langt, som der er sikkerhed for, at dateringen af årringene er rigtig.

Årringsindeks bliver behæftet med en ensidig fejl ved udskydning af spåner med manglende årringe. Som tidligere nævnt, er det imidlertid ikke til at afgøre nøjagtigt i hvilket år, der ikke er dannet årring, og da dateringsfejl vel heller ikke kan anses for helt udelukket, navnlig på de spåner, der antages at mangle flere årringe, har jeg valgt at udskyde spåner med manglende årringe til trods for den ensidige fejl, der herved indføres. Til oplysning om størrelsesordenen af denne fejl er den gennemsnitlige årringsbredde for årene omkring 1915—16 beregnet (tabel 6), dels på grundlag af de spåner, der benyttedes til fremstillingen af bøgeindeksene for Buderupholm Distrikt (tabel IV og fig. I), dels på grundlag af samtlige primært udtagne spåner. Hos de af de sidstnævnte spåner, der manglede årringe i nærheden af 1915—16, er der her gjort den antagelse, at 0-årringen falder i 1916, og afvigelsen mellem de to sæt gennemsnitstal i 1916 er derfor den maksimale. Beregningen viser som venteligt, at man ved at udskyde spåner med 0-årringe får for stor gennem-

Tabel 6. Gennemsnitlig årringsbredde (mm) for bøg, Buderupholm Distrikt.

	1913	1914	1915	1916	1917	1918
a. Spån (39 primære spån + 6 ekstraspån), der indgår i de beregnede indeks	1.50	1.25	0.57	0.55	1.19	1.33
b. Samtlige (53) primærspån under den i teksten gjorte forudsætning	1.37	1.14	0.49	0.45	1.03	1.20
$\frac{a}{b} \cdot 100$	109	110	116	122	116	111

snitlig årringsbredde ikke alene i det år, hvor 0-årringen falder, men også i nærliggende år til begge sider. Det skyldes, at 0-årringe overvejende opstår hos træer eller stammedele, der i forvejen er i dårlig vækst. Det ses, at den gennemsnitlige årringsbredde både før og efter de to kriminelle år 1915—16 beregnes ca. 10 % for stor ved den foretagne udskydning og erstatning af borspåner. Dette influerer dog næppe stærkt på indeks, idet den forøgede gennemsnitlige årringsbredde vil give sig udslag i en højere beliggende alderskurve (se side 47 f.). Ekstraforøgelsen på (maksimalt) 12 % i året 1916 viser imidlertid, at indeks for dette år kan være indtil 12 % for højt. Det vil sige, at det beregnede indekstal på 44 (tabel IV) måske burde være så lavt som 39.

De fejl, der kan være opstået på indeks i andre år som følge af udskydelse af træer med manglende årringe, er af langt ringere størrelse.

Der er måske grund til at nævne, at bøgebevoksningerne på Buderupholm er af ringere vækstbonitet end bøgebevoksningerne på de 3 andre undersøgte skovdistrikter, og at dette formodentlig er hovedårsagen til, at der mangler årringe netop på Buderupholm. Dog manglede der ingen årringe i den allerdårligste bevoksning (Troldeskoven i afd. 265), der ikke indgår i indeksene.

At årene 1915—16 har givet anledning til manglende årringe, skyldes sikkert, at disse år i alle gamle bøgebevoksninger gav en meget lille tilvækst som følge af oldenbæringen i 1915 (jvf. side 76 f.).

Det var hensigten at inddrage endnu en bøgelokalitet — Børglum Klosterskov i Vendsyssel — i undersøgelsen. Bøgene i Klosterskoven er af endnu ringere bonitet end bøgene på Buderupholm Distrikt, og det viste sig da også, at der hos bøgene i Klosterskoven manglede endnu flere årringe end på Buderupholm Distrikt, hvorfor undersøgelsen af materialet fra Klosterskoven stilledes i bero.

To bøge fra Nødebo Distrikt (afd. 90 b) syntes at mangle en årring. Det ene træ er helt udskudt, det andet er medtaget for perioden 1881—1949.

En gran fra Lindenborg Distrikt (afd. 326) er også udskudt, da den antagelig mangler en årring.

3. Fremstilling af årringsindeks og disses nøjagtighed.

a. Middelårringsbredderne i en bevoksning.

Da det ikke er de enkelte træers årringsvariationer, men de generelle variationer, der er af interesse, er der for hver bevoksning dannet middeltal af de målte årringsbredder i hvert vækstår. Disse middeltal benævnes i det følgende *middelårringsbredder.*

Der er ikke målt lige mange årringe på alle borspåner fra en bevoksning. De væsentligste årsager hertil er:

at spånen indeholder en knast eller er rådden på den indre del,

at boret ikke altid har ramt marven, og spånen således ikke indeholder alle årringe i brysthøjde, og

at prøvetræerne ikke har ganske det samme antal årringe i brysthøjde.

Det ville være kedeligt at skulle undlade at medtage årringsvariationerne fra den første del af bevoksningens liv, fordi der savnes årringe fra denne periode hos nogle få spåner, og middelårringsbredden er derfor beregnet så langt tilbage, som der foreligger mål fra 4 spåner.

I de år, hvor ikke alle spåner ligger til grund for beregningen af middelårringsbredden, er denne ikke beregnet umiddelbart som $\frac{\Sigma \text{ årringsbredde}}{\text{antal målte årringe}}$, da man herved vil indføre en fejl i årringsvariationerne, såfremt den eller de borspåner, der ikke mere indgår i beregningen, har haft en årringsbredde, der afviger fra prøvetræernes gennemsnit. Har den spån, der ikke mere medregnes i det sidste år, f. eks. haft en årringsbredde, der er større end gennemsnittet, så vil middelårringsbredden beregnet uden korrektion i næste år, hvor den bredringede spån ikke medtages, synke som følge af, at denne spån ikke mere indgår. Ved sådan simpel ukorrigeret middeltalsdannelse har f. eks. *Müller-Stoll* (1951) i sine årringsserier indført store variationer, der intet har med træernes vækst at gøre.

Man bør åbenbart bevare middelårringsbredden på det niveau, der er bestemt af samtlige målte spåner, og hindre, at en spån, der ikke er så lang som de andre, inducerer en kunstig variation i middelårringsbredden. Der er af denne grund foretaget følgende af *Ruden* (1945) angivne korrektion:

Indgår der n spåner ved beregning af middelårringsbredden i året p og n—m spåner i året p—1, så ved man om forholdet mellem middelårringsbredderne i årene p og p—1 kun, hvad de n—m spåner, der indgår i *begge* år, oplyser.

Er $\Sigma \text{Å}_{p-1}$ summen af årringsbredderne for de n—m spåner i året p—1 og $\Sigma \text{Å}_p$ lig summen af årringsbredderne for de samme n—m spåner i året p, så dannes faktoren

$$F_1 = \frac{\Sigma \text{Å}_{p-1}}{\Sigma \text{Å}_p}$$

Ved at multiplicere summen af *alle* n målte årringsbredder for året p med F_1 fås den korrigerede årringssum for året p—1. Den korrigerede årringssum giver derefter ved division med n middelårringsbredden for året p—1.

Den korrigerede årringssum for årene p—2, p—3 o. s. v. fås ved at multiplicere årringssummen i disse år med faktoren

$$F_2 = \frac{\text{korrigeret årringssum for året p—1}}{\text{årringssum (n—m spåner) for året p—1}}$$

Når der udgår en spån til, dannes en ny faktor F_1, der ved multiplikation med den korrigerede årringssum fra det foregående år giver den korrigerede årringssum for året, hvori der indgår en spån mindre end hidtil, og således fortsættes så langt tilbage, som der findes målinger fra 4 spåner.

Idet der ved udtagelsen af prøvetræerne kun valgtes træer med en diameter i nærheden af bevoksningens middeldiameter, vil den gennemsnitlige årringsbredde for prøvetræerne fra en bevoksning meget nær være ens, hvorfor de enkelte prøvetræer taget som gennemsnit af hele serien af middelårringsbredder vil få omtrent samme indflydelse på seriens variationer. Dog vil naturligvis den — i reglen korte — årrække, der ligger længst tilbage i tid, og hvor der indgår et mindre antal spåner, være mere præget af de individuelle årringsvariationer end hovedparten af serien, hvori samtlige spåner indgår.

Selv om prøvetræerne har omtrent samme gennemsnitlige årringsbredde for hele den undersøgte periode, så har enkelte træer i kortere tidsafsnit dog ofte betydelig større årringsbredde end andre prøvetræer. Et træ, der i en periode f. eks. har dobbelt så stor årringsbredde som de øvrige træer, vil have dobbelt så stor indflydelse på størrelsen af middelårringsbredden som de

mere normale træer, og dette træs årringsvariationer vil derfor også præge de årlige variationer i middelårringsbredden dobbelt så kraftigt som de øvrige træer. Nogen korrektion for dette forhold lader sig dog ikke gennemføre i praksis, og hele sagen har måske heller ikke større betydning, da årringsvariationerne hos træer med forskellig diametertilvækst forløber temmelig ensartet (jvf. fodnoten s. 17).

b. Aldersbestemmelse.

Af hensyn til alderskorrektionen er det nødvendigt at kende de undersøgte bevoksningers aldre i brysthøjde (år $_{1,3}$).

Ved udtagelsen af borspåner af tykke træer — og da navnlig tykke løvtræer — er det vanskeligt at ramme marven med tilvækstboret. Hvis man rammer marven, er brysthøjdealderen naturligvis lig med antallet af årringe på borspånen. Indeholder spånen ikke marven, har man dog ofte gode muligheder for at skønne over brysthøjdealderen, idet der til antallet af årringe på spånen kan gives et tillæg varierende efter den inderste målte årrings afstand fra marven. Denne afstand bedømtes på den side 36 beskrevne måde, og tillæget gaves derefter ved hjælp af kurver for antal årringe som funktion af afstanden fra marven.

Sådanne kurver opstilledes for hver lokalitet på grundlag af borspåner, der indeholdt marven, suppleret med spåner, der kun havde ramt nogle få mm fra marven, og hvor antallet manglende årringe med god sikkerhed kunne bedømmes.

Medens det for de fleste nåletræbevoksninger og unge løvtræbevoksninger lod sig gøre på denne måde at bestemme alle prøvetræers brysthøjdealder, var det hos en del ældre løvtræer ikke muligt med rimelig nøjagtighed at bestemme afstanden fra inderste årring på borspånen til marven, og i sådanne tilfælde er brysthøjdealderen derfor kun beregnet som gennemsnit af de mindst 4 (i ganske enkelte tilfælde 3) prøvetræer, hvis alder med nogenlunde sikkerhed kunne fastslås.

For at få et indtryk af aldersbestemmelsens sikkerhed beregnedes prøvetræernes aldersspredning. Disse spredninger[1]) er for bøg og gran anført i tabel 7, hvor tillige middelfejlene på de

[1]) Beregnet efter formlen:

$$s = \pm \sqrt{\frac{\Sigma n^2 + \Sigma v^2 + \Sigma w^2 + \ldots\ldots}{(n_1 - 1) + (n_2 - 1) + (n_3 - 1) + \ldots\ldots}}$$

Tabel 7. Spredningen på brysthøjdealderen (s) og middelfejlen på prøvetræernes gennemsnitlige brysthøjdealder (m) ved det anførte gennemsnitlige antal aldersbestemmelser.

Table 7. The standard deviation of the breast-height age (s) and the standard error of the average breast-height age (m) of the sample trees at the stated average number of age determinations.

År 1.3 *Years at breast-height*	<40	40-59	60-79	80-99	100-119	120-139	140-159	≧160
Bøg: *Beech:*								
Antal bevoksninger *Number of stands*	2	5	9	5	2	8	6	6
Gennemsnitligt antal borspåner benyttet til aldersbestemmelse *Average number of cores used in age determination*	5.5	5.6	5.7	5.8	7.0	5.2	5.0	3.8
s	±1.3	±2.9	±5.5	±4.2	± 6.7	±11.5	±11.9	±17.7
m	±0.6	±1.2	±2.3	±1.7	± 2.5	± 5.0	± 5.3	± 9
Rødgran: *Norway spruce:*								
Antal bevoksninger *Number of stands*	9	20	19	4				
Gennemsnitligt antal borspåner benyttet til aldersbestemmelse *Average number of cores used in age determination*	7.3	7.4	6.5	6.2				
s	±0.8	±2.2	±3.0	±3.1				
m	±0.3	±0.8	±1.2	±1.2				

6—8 prøvetræers middelalder er anført under den forudsætning, at der er lige mange aldersbestemmelser i alle bevoksninger i en aldersklasse.

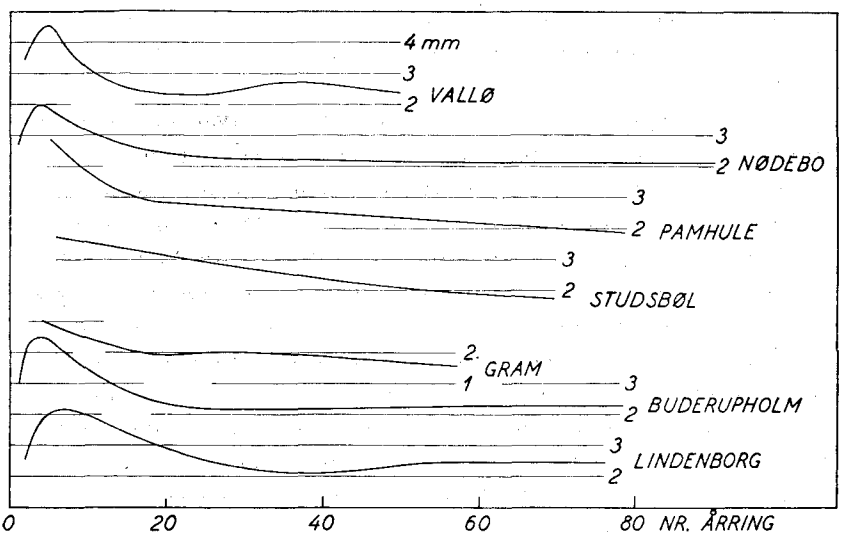
Det ses, at spredningen stiger med alderen, hvad der nok for granbevoksningernes vedkommende hovedsagelig skyldes usikkerhed hidrørende fra, at borspånerne sjældnere har ramt marven i de gamle bevoksninger end i de unge. Det samme forhold gør sig selvfølgelig også gældende for bøgebevoksningerne, men de gamle bøgebevoksningers sande aldre er formodentlig også mere varierende end de unge bevoksningers, da en større del af disse må antages at være fremkommet efter intensive kulturforanstaltninger. De i tabellen anførte tal giver derfor — idet de inkluderer den faktiske aldersvariation og ikke alene den variation, der skyldes ufuldstændigheder ved målemetoden — et noget for dårligt billede af sikkerheden ved bestemmelsen af prøvetræernes middelalder.

c. Alderskurver og alderskorrektion.

Af de allerfleste årringsundersøgelser fremgår det, at årringsbredden i brysthøjde afhænger af træets alder. Det typiske forløb er, at årringsbredden i en kort årrække i træets ungdom tiltager for i løbet af nogle få år at kulminere og derefter aftage — i begyndelsen temmelig stærkt, senere svagere og ofte endende med at være konstant.

Når man er interesseret i de klimabetingede årringsvariationer og ønsker at sammenligne disse hos forskellige bevoksninger og med klimatiske observationer, må man skaffe sig et udtryk for årringsbreddens afhængighed af alderen og derefter eliminere aldersvirkningen. Årringsbreddens afhængighed af alderen fremstilles ved en såkaldt livskurve eller *alderskurve*.

Selv om alderskurvens generelle forløb efter optimum ofte vil følge en hyperbellignende kurve, er der dog betydelige forskelle mellem alderskurver for en træart på forskellige lokaliteter, idet boniteten selvfølgelig spiller en væsentlig rolle for årringsbreddens størrelse på et vist alderstrin. Bevoksningens start vil også influere. F. eks. vil en tæt selvsåning i ungdommen have smallere årringe end en kunstig kultur anlagt med stor planteafstand. Ligeledes vil kraftige tyndingshugster medføre større årringsbredder, end man finder i urørte bevoksninger. Ved den foreliggende undersøgelse, hvortil materialet udelukkende er ind-



Figur 4. Alderskurver for rødgran. Alderskurverne angiver den gennemsnitlige årringsbredde i mm. Årringenes nr. er regnet fra marven.

Fig. 4. Age curves for Norway spruce from different localities. Explanation: Nr. Årring = No. of yearring counted from the pith. Figures to the right of the curves indicate ringwidth in millimetres.

samlet i bevoksninger, der har været plejet med tyndingshugster, må man derfor erindre, *at alderskurverne angiver årringsbreddens gennemsnitlige størrelse ved de på de pågældende lokaliteter anvendte skovdyrkningsmetoder, specielt udhugningsmetoder.*

Der kan anvendes forskellige metoder til fremstilling af alderskurver. *Ruden* (1945) har beskrevet en del af disse metoder, og der henvises til hans arbejde.

Jeg har fremstillet alderskurver på følgende måde, der slutter sig nær til de af *Huntington* (1914), *Erlandsson* (1936), *Aandstad* (1938) og *Ording* (1941) beskrevne:

Bevoksningerne fra en lokalitet indføres i et skema, således at middelårringsbredderne fra alle bevoksningers n'te årring (regnet fra marven) står under hinanden. Kolonnerne summeres, og den gennemsnitlige årringsbredde for de forskellige leveår udregnes. De fundne værdier indlægges i et koordinatsystem, hvorefter alders-kurverne fremstilles ved grafisk udjævning. De fremstillede alderskurver for rødgran ses på fig. 4. Alderskurverne kan som følge af det ringe antal bevoksninger på ingen måde tillægges almen gyldighed, specielt ikke for de høje aldres vedkommende, hvor der ofte kun findes en enkelt bevoksning.

Ved materialets indsamling tilstræbtes det at få en nogenlunde god aldersspredning, da det er vigtigt at have bevoksninger af forskellig alder, fordi man kun herved effektivt kan sikre sig imod, at langtidige klimatisk betingede årringsvariationer elimineres ved alderskorrektionen. Havde man nemlig kun bevoksninger af een alder, ville f. eks. en langvarig ugunstig tilvækstperiode ikke kunne skelnes fra et fald i årringsbredden på grund af stigende alder (jvf. *Ording* 1941).

Alderskorrektionen af den enkelte bevoksnings middelårringsbredder er derefter udført ved, at hver middelårringsbredde er udtrykt i procent af alderskurvens værdi for det pågældende leveår.

Til slut er denne procentiske række *multipliceret med en faktor, der gør rækkens gennemsnit lig med 100,* hvilket i realiteten vil sige, at der for hver bevoksning er anvendt en speciel alderskurve, fremkommet ved division af den fælles alderskurve med en for bevoksningen karakteristisk konstant. Denne fremgangsmåde synes rimelig, idet en væsentlig del af forskellene i bevoksningernes årringsbredder må søges i bonitetsforskelle. Boniteten har — samme hugstform forudsat — en ret betydelig indflydelse på diametertilvæksten; men forskellige boniteters diametertilvækstkurver (indeholdende også den uægte diametertilvækst), som disse f. eks. kan udledes af de danske bonitetsvise tilvækstoversigter for bøg, eg og rødgran (*Møller* 1933), har omtrent samme

Tabel 8. Størrelserne af de konstanter (f), hvormed de fælles alderskurver divideredes for at give alderskurverne for de enkelte bevoksninger.

Table 8. Magnitudes of the constants (f) by which the common age curves were divided in order to obtain the age curves for the individual stands.

	f													
	≤0.74	0.75 —0.79	0.80 —0.84	0.85 —0.89	0.90 —0.94	0.95 —0.99	1.00 —1.04	1.05 —1.09	1.10 —1.14	1.15 —1.19	1.20 —1.24	1.25 —1.29	1.30 —1.34	≥1.35
Bøg *Beech*	1			4	5	8	11	5	2	2	1		1	3
Rødgran *Norway spruce*		1	3	7	8	7	7	8	6	1	1	2		1
Andre arter *Other species*		1	1	2	3	6	4	4	5	1	1			

form, og man kan med ret god tilnærmelse finde diametertilvækstkurven for en bonitet af en af de nævnte træarter ved multiplikation af diametertilvækstkurven for en anden bonitet, der er et par bonitetsgrader forskellig fra den, man søger.

Af tabel 8 fremgår, med hvilke faktorer der multipliceredes (eller alderskurven divideredes) for at finde *de procentiske middelårringsbredder*. Til sammenligning kan tjene, at diametertilvæksten for bonitet 2 af bøg, eg og rødgran efter *Møller* (l. c.) er henholdsvis ca. 1,13, 1,20 og 1,26 gange større end diametertilvæksten for bonitet 3. I det overvejende antal tilfælde er de fælles alderskurver altså korrigeret mindre end svarende til en forskel på 1 bonitetsgrad.

De foran nævnte procentiske middelårringsbredder (eller bevoksningsindeks) er angivet i tabellerne II—XIX. De danner grundlaget for bedømmelse af de enkelte bevoksningers årringsvariationer.

De procentiske middelårringsbredder angiver, hvor store prøvetræernes årringsbredder har været i de enkelte år målt med en alderskurve af „normal" form som enhed. Det er klart, at hugstindflydelser og andre forhold vil kunne bevirke, at de procentiske årringsbredder for de enkelte bevoksninger i en årrække kommer til at ligge på et højt eller lavt niveau, og at *man derfor ikke på grundlag af værdierne for en enkelt bevoksning kan udtale sig om, hvorledes de klimatiske tilvækstbetingelser har været i forhold til det normale.* En bevoksnings variationer fra år til år kan derimod give ret gode oplysninger om, hvorledes de klimatiske tilvækstbetingelser har varieret fra et år til det næste.

Ved den anvendte metode til alderskorrektion er der nogle fejlkilder, som bør omtales:

1. Selv om det er søgt at få nogen aldersspredning på bevoksningerne fra de enkelte lokaliteter, er hovedparten af bevoksningerne dog gamle, da jeg måtte anse det for ønskeligt at skaffe materiale til lange indeksserier. Da træer omkring middeldiameteren i gamle bevoksninger antagelig har indtaget en mere dominerende stilling i bevoksningens ungdom, er det tænkeligt, at alderskurven, der hovedsagelig er baseret på ældre bevoksninger, ikke på korrekt måde illustrerer aldersforløbet på spåner udtagne i yngre bevoksninger. Ligeledes kunne det tænkes, at de ældre bevoksninger er behandlet med anden hugststyrke i deres ungdom end de yngre bevoksninger. Dette forhold vil sikkert — med

den tiltagende hugststyrke, der har præget dansk skovbrug i de sidste decennier — virke i modsat retning af førstnævnte forhold.

Nogen dybtgående undersøgelse heraf har det ikke været praktisk overkommelig at foretage, men bøgematerialet fra Vallø muliggør dog en betragtning af en stikprøve.

Bøgematerialet fra Vallø kan opdeles i 3 grupper:

I, 8	bevoksninger	med en	brysthøjdealder	på	28— 61	år
II, 8	„	„	„	„	62— 82	„
III, 7	„	„	„	„	117—165	„

For hver af disse grupper er der foretaget en selvstændig alderskurveberegning, der gav følgende resultat:

Gruppe	Gennemsnitlig årringsbredde (mm) ved brysthøjdealderen						
	10—19	20—29	30—39	40—49	50—59	60—69	70—79
I	2.43	2.55	2.45				
II	2.42	2.34	2.20	2.23	2.09	2.12	
III	2.65	2.36	2.63	2.59	2.09	1.91	1.76

Dette tyder ikke på, at der er tale om nogen større systematisk forskel imellem alderskurver opstillet på grundlag af unge og gamle bevoksninger. Forskellene mellem gruppe I, II og III ser nærmest ud til at skyldes resterne af de klimabetingede variationer, der ikke er helt eliminerede ved middeltalsdannelsen. Alt bøgematerialet fra Vallø er derfor brugt til opstilling af en fælles alderskurve.

2. Forskelle imellem bevoksninger med samme form på aldersforløbet, men med årringsbredder af forskellig størrelse vil ikke medføre nogen fejl på indeksværdierne ved den anvendte alderskorrektion. Derimod vil en bevoksning, hvis aldersforløb har en utypisk form, i nogen grad påvirke indeksene og heri inducere en langtidig ændring, eventuelt en bølge, der ved god aldersfordeling vil andrage ca. 1/n af den utypiske bevoksnings afvigelser fra det normale aldersforløb, når n er antallet af bevoksninger, på grundlag af hvilke indeksene er beregnet. Hvis alle bevoksninger er omtrent lige gamle, vil ændringen derimod blive mindre, idet alderskurvens påvirkning fra den utypiske bevoksning da vil falde på omtrent de samme årstal for alle bevoksninger, og summen af de procentiske middelårringsbredder derfor vil blive meget nær 100.

Et skøn over de fejl, der knytter sig til alderskorrektionen, fås af de i det følgende foretagne sammenligninger mellem 2 sæt årringsindeks fra nærliggende lokaliteter.

d. Beregning af årringsindeksene og skøn over deres nøjagtighed[1]).

For hver lokalitet opstilledes bevoksningernes procentiske middelårringsbredder i en tabel, og der dannedes middeltal for hvert undersøgt år. Også her anvendtes den side 44 beskrevne korrektion, når der udgik bevoksninger.

Den fremkomne række af middeltal multipliceredes derefter (som foreslået af *Ruden* 1945) med en faktor, der gjorde gennemsnittet af rækken for årene 1900—1949 lig med 100[2]), og de herved fremkomne tal kaldes årringsindeks.

Et årringsindeks er et middeltal (baseret på materiale fra flere bevoksninger), der udtrykker de alderskorrigerede årringsbredders størrelse i et givet vækstår i procent af gennemsnitsværdien for 50-års perioden 1900—1949.

De fremstillede årringsindeks, der er dette arbejdes hovedresultat, fremgår af tabellerne II—XIX og er vist grafisk på figurerne I—III.

Hvor gode udtryk er nu disse årringsindeks for de tilvækstmuligheder, der faktisk har været på de undersøgte lokaliteter, og i hvor høj grad skyldes variationerne i indekstallene andre forhold end de klimatisk betingede variationer?

Det fremgår umiddelbart af figurerne I—II, at årringsindeksenes variationer er meget ensartede for alle de undersøgte bøge- og granlokaliteter, og da denne ensartethed kun kan skyl-

---

[1]) Af douglasgran og sitkagran er der kun materiale fra 2 bevoksninger, af ene kun fra 1 bevoksning, hvorfor disse materialer er behandlet på følgende måde:

For hver bevoksning konstrueredes en alderskurve, og middelårringsbredderne udtryktes i procent af dennes værdier. For enens vedkommende er det disse procentiske middelårringsbredder, der er vist i tabel XIX og på fig. III; medens de angivne værdier for douglasgran og sitkagran er gennemsnittet af de 2 bevoksningers procentiske middelårringsbredder.

[2]) For bøgeindeksene I og II fra Vallø er det gennemsnittet af perioden 1899—1948, der er sat lig med 100. For sitkagran, douglasgran og ene er der ikke foretaget nogen sådan korrektion.

des ensartede reaktioner på klimatiske påvirkninger (herunder frøår), behøver man ingen fejlteoretisk undersøgelse for at blive klar over, at årringsindeksene må give et ganske godt billede af ændringen i tilvækstforholdene fra *et år til det næste.*

Derimod er det vanskeligere at blive klar over, i hvor høj grad to i tid fjerntliggende indeksværdier er sammenlignelige, eller med andre ord, om aldersudjævningen har været tilfredsstillende, eller om ikke-klimatiske påvirkninger — først og fremmest langtidige hugstindflydelser — indgår i årringsindeksene, givende sig udtryk på lignende måde som langtidige klimatiske variationer.

For at få et indtryk heraf opstilledes 2 serier helt uafhængige rødgranindeks fra Rold skov, den ene baseret på bevoksninger fra Buderupholm statsskovdistrikt og den anden baseret på bevoksninger fra Lindenborg skovdistrikt. Da de to grupper af materialer stammer fra bevoksninger, der kun ligger 2—3 km fra hinanden, kan de 2 sæt indeks opfattes som udtryk for de samme klimatiske forhold, og afvigelserne imellem dem er da udtryk for alle de fejl, som knytter sig til den anvendte metodik.

Man finder ved sammenligning for perioden 1899—1950 (i hvilken begge serier er baserede på mindst 6 bevoksninger), at middelafvigelsen mellem de parvise indeksværdier er 7,9 enheder, og anses de to indeksserier for lige gode, er middelfejlen på en indeksværdi $\pm$ 7,9 : $\sqrt{2}$ = $\pm$ 5,6 enheder.

Middelfejlen på *ændringen* af indeksværdien fra et år til næste år kan ligeledes findes ved sammenligning af disse to serier granindeks. Den er beregnet til $\pm$ 5,8 enheder. Når den enkelte indeksværdis middelfejl ovenfor fandtes at være $\pm$ 5.6 enheder, skulle man vente, at forskellen imellem to indeksværdier havde en middelfejl på 7,9 enheder. Det gælder selvfølgelig også ved sammenligning af indeksværdier for fjerntliggende år. Når middelfejlen er mindre på forskellen mellem naboår, må det tilskrives mindre fuldkommen eliminering af aldersindflydelsen og ikke-klimatiske påvirkninger.

En tilsvarende sammenligning kan udføres mellem bøgeindeksene I og II fra Vallø for perioden 1912—48. Der er dog i dette tilfælde anvendt samme alderskurve ved beregning af begge serier. Man finder heraf, at middelfejlen på en indeksværdi er $\pm$ 8,0 enheder. Middelfejlen på ændringen af indeksværdien fra

et år til det næste er ± 6,3 enheder, hvilket er lidt mere, end hvad der fandtes for granindeksene (forskellen er dog ikke signifikant). Langtidige ikke-klimatiske påvirkninger er åbenbart eliminerede mindre godt af de 2 serier bøgeindeks end af granindeksene.

Ændringer i hugststyrken på et helt distrikt vil vise sig i årringsindeksene på samme måde som langtidige klimavariationer og kan ikke umiddelbart skelnes fra sådanne. De sidste 20 års høje indekstal for bøgene fra Nødebo skyldes nok tildels en sådan hugstreaktion.

Usikkerheder ved alderskorrektionen og den eventuelle forekomst af ændrede hugstprincipper bevirker, at man kun med stor usikkerhed ved hjælp af indeks fra en enkelt lokalitet kan udtale sig om tilvækstforskelle imellem fjerntliggende perioder. Ved sammenligninger af indeks fra flere lokaliteter kan man dog påvise ret betydelige periodiske tilvækstforskelle (jvf. fig. 39).

Inden der i kapitel X foretages en undersøgelse af, hvilke klimatiske foreteelser der kan antages at være skyld i variationerne i årringsindeksene, er det først undersøgt, om disse kan anses for gode udtryk for massetilvækstens relative størrelse (kapitel IV), og om man med udbytte kan bruge indeksene til korrektion af tilvækstbestemmelser (kapitel IX). Endvidere er det undersøgt, i hvor høj grad hugstindgreb og frøsætning påvirker indeksene (kapitel V), om årringsvariationerne er forskellige hos bevoksninger af forskellig proveniens (kapitel VI), i hvor høj grad variationerne er afhængige af lokaliteten og bevoksningernes alder (kapitel VII), og endelig om årringsvariationerne hos fritstående træer kan bruges til at redegøre for tilvækstvariationerne i sluttede bevoksninger (kapitel VIII).

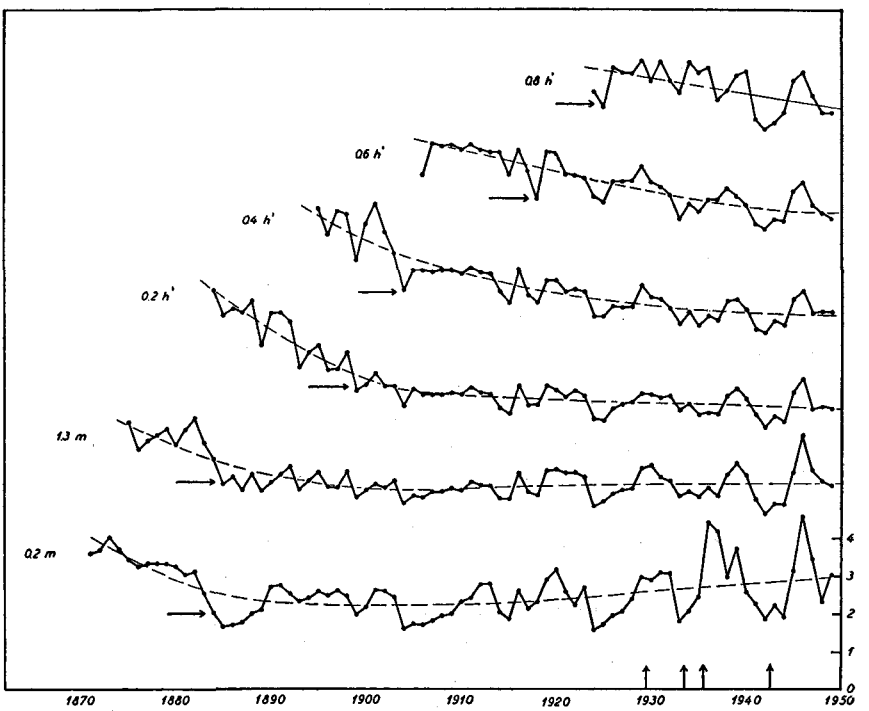
IV. ÅRRINGSVARIATIONER VED FORSKELLIGE HØJDER OVER JORDEN, OG ÅRRINGSINDEKSENES BRUGBARHED SOM UDTRYK FOR MASSETILVÆKSTENS RELATIVE STØRRELSE.

Kaldes årringsbredden i brysthøjde Δr, så bestemmes grundfladetilvæksten (Δg) ved diameteren d (forårsstandpunkt) af:

$$\Delta g = \pi \left(\frac{d}{2} + \Delta r\right)^2 - \pi \left(\frac{d}{2}\right)^2 = \pi \cdot \Delta r \ (d + \Delta r)$$

Grundfladetilvækstens relative årlige variationer er altså lidt større end årringsbreddens variationer. Størst er forskellen ved små diametre og store årringsbredder. Ved en diameter på 10 cm og en „normal" årringsbredde på 2 mm vil en årringsbredde på 50 og 150 procent af det normale give en grundfladetilvækst på 49,5 og 151,6 procent af det normale, hvilket i betragtning af de fejl, der knytter sig til opstillingen af årringsindeks, ikke er meget. I det meste af materialet har diametrene i hovedparten af måleperioden været betydelig større end 10 cm, *og den fejl, man begår ved at sætte årringsbreddens procentiske årlige variationer lig med de procentiske årlige variationer i grundfladetilvækst, er derfor ubetydelig.*

Det er af interesse at kende grundfladetilvækstens årlige variationer; men det ville dog være interessantere at kende de årlige variationer i massetilvæksten. Disse variationer lader sig bestemme ved hjælp af stammeanalyser som f. eks. gjort af *Løvengreen* (1935, 1949, 1951 a og b). Stammeanalysearbejder er dog meget arbejdskrævende, og man må også ved anvendelse af sådanne undersøge et stort antal træer for at kunne eliminere de enkelte træers og bevoksningers afvigelser fra det normale, hvorfor stammeanalyser udført alene med det formål at bestemme de klimatiske tilvækstvariationer mig bekendt heller aldrig er foretaget.



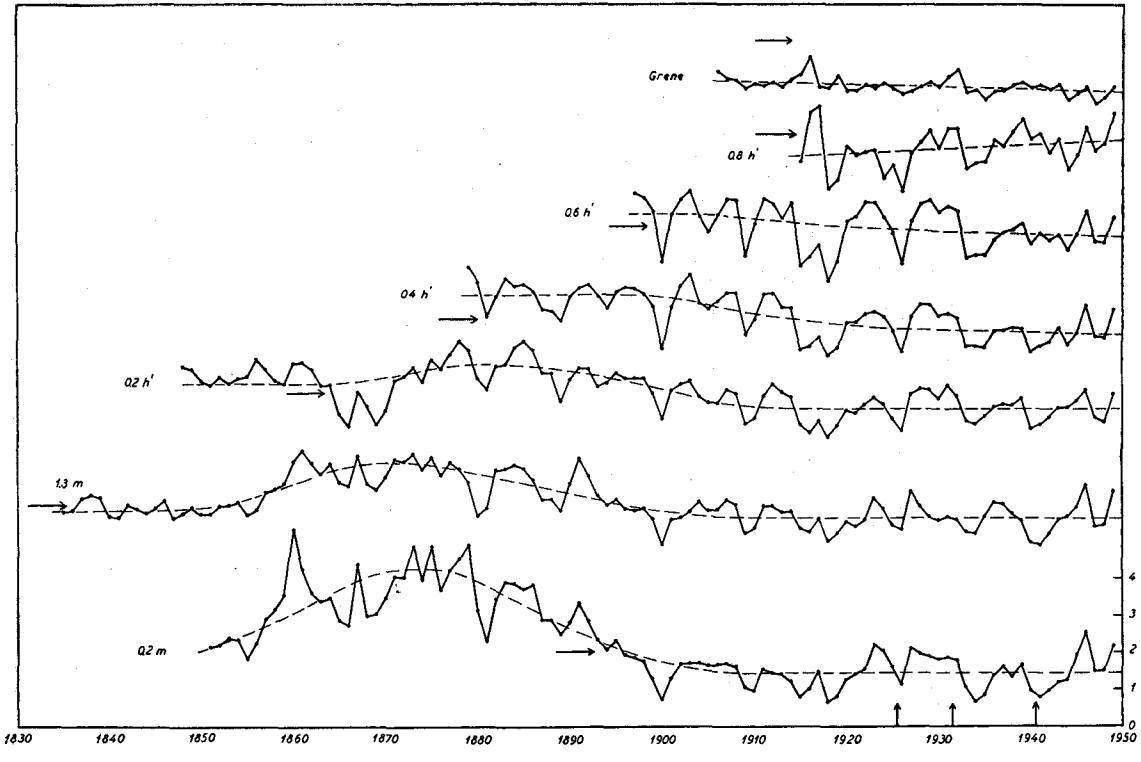
Figur 5. Rødgran, Nødebo afd. 196. Middelårringsbredder (mm) ved forskellige højder over jorden. Gennemsnit af 8 træer. De vandrette pile markerer årringsbredde = 2 mm for den pågældende kurve. Målestoksforholdet er overalt, som angivet for nederste kurve. De lodrette pile markerer oplyste gennemhugninger.

Fig. 5. Norway spruce. Nødebo, compartment 196. Mean ring-widths (millimetres) at varying heights above ground. Average of eight trees. Horizontal arrows denote ring-width = 2 millimetres for the curve in question. The scale is everywhere as indicated for the lowermost curve. Vertical arrows denote known thinnings.

0,2 m = core taken at 0.2 metre above ground
1,3 m = — — - 1.3 metres — —
0,2 h' = — — - 2/10 of tree-height less 1.3 metres
0,4 h' = — — - 4/10 - — — — 1.3 —
etc.

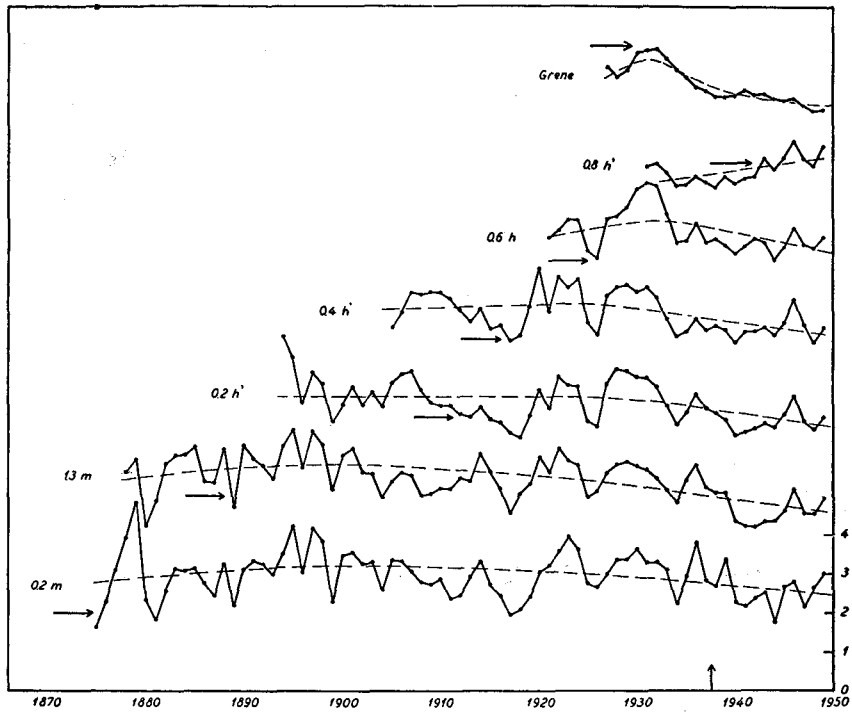
Derimod har en del forfattere undersøgt, i hvor høj grad årringsvariationerne er ensartede i forskellige højder over jorden. Hvis de er ensartede, kan man nemlig slutte, at massetilvæksten på det stammestykke, der ligger imellem de to undersøgte højder, varierer på samme måde som årringsbredden.

Douglass (1928) og *Glock* (1937) har påvist ensartede årringsvariationer i forskellige højder på enkelte træer; men som



Figur 6. Bøg, Vallø afd. 287 a. Middelårringsbredder (mm) ved forskellige højder over jorden. Gennemsnit af 7 træer. Pile etc. som på figur 5.

Fig. 6. Beech, Vallø, compt. 287 a. Mean ring-widths (millimetres) at different heights above ground. Mean of seven trees. Arrows, etc. as in Fig. 5. Grene = branches.



Figur 7. Bøg, Vallø afd. 338 b. Middelårringsbredder (mm) ved forskellige højder over jorden. Gennemsnit af 8 træer. Pile etc. som på figur 5.

Fig. 7. Beech, Vallø, compartment 338 b. Mean ring-widths (millimetres) at different heights above ground. Mean of eight trees. Arrows, etc. as in Fig. 5. Grene = branches.

nævnt af *Ording* (1941), er en sådan begrænset kontrol af ringe værdi, idet man altid vil kunne finde nogle træer, der viser god overensstemmelse mellem årringsvariationerne i alle højder på stammen, medens den „vertikale uniformitet" hos andre træer er mindre fremtrædende.

Knuchel og *Brückmann* (1930) har undersøgt årringsvariationerne hos 12 ædelgraner (højde 32—38 m) i 4, 8 og 12 m højde, og de fandt, at variationerne var meget ensartede i de 3 sektionshøjder.

Ording (1941) har sammenlignet årringsvariationerne hos rodskiver af gran og fyr med variationer på skiver udtaget 3—4 m over rodskiven af de samme træer. Han fandt god overens-

stemmelse og slutter heraf, at man får et godt udtryk for variationerne i brysthøjde, selv om man måler på rodskiver.

Eklund (1942) undersøgte årringsvariationerne ved 1,3 og 5 m højde i en ca. 135-årig 28 m høj fyrrebevoksning (48 prøvetræer). Variationerne var overordentlig ensartede.

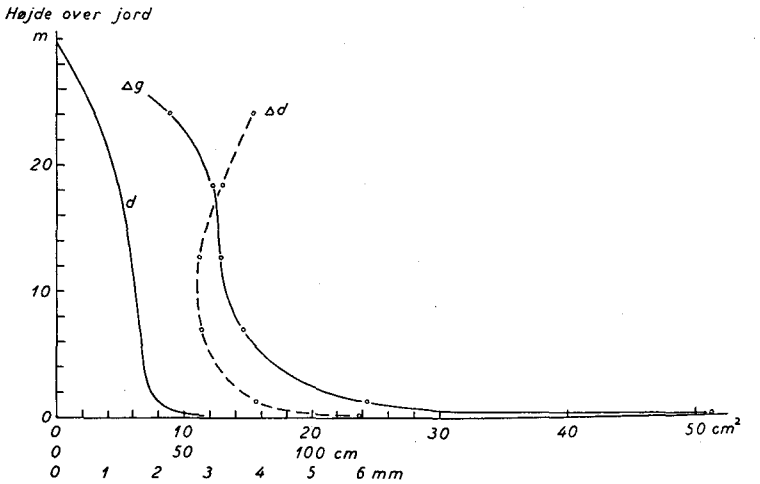
Mine egne undersøgelser over årringsvariationerne i forskellige højder over jorden foretoges i følgende bevoksninger:

Nødebo, afd. 196, ca. 85-årig rødgran, middelhøjden af de 8 prøvetræer var 29,8 m.

Vallø, afd. 287 a, ca. 135-årig bøg, middelhøjden af de 7 prøvetræer var 31,6 m.

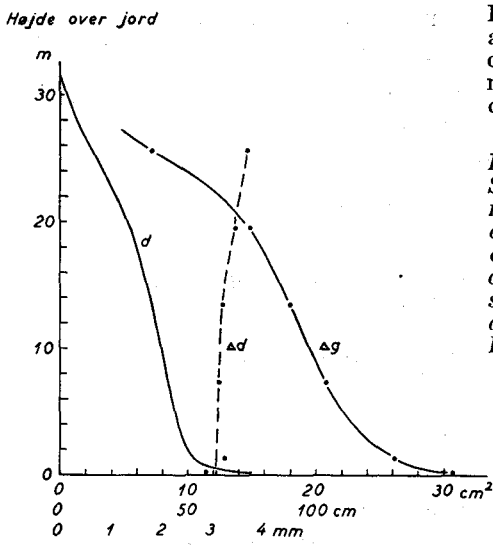
Vallø, afd. 338 b, ca. 85-årig bøg, middelhøjden af de 8 prøvetræer var 24,8 m.

Der udførtes årringsanalyser ved følgende højder: 0,20 m, 1,3 m, 0.2 h', 0.4 h', 0.6 h' og 0.8 h', hvor h' er lig med træets længde over målehøjde (1,3 m). I bøgebevoksningerne blev tillige undersøgt skiver udtaget på midten af den midterste levende gren.



Figur 8. 85-årig rødgran, Nødebo afd. 196. Diameter (d — cm), diametertilvækst (Δ d — mm) og fladetilvækst (Δ g — cm²) for middeltræet ved forskellige højder over jorden.

Fig. 8. 85-year-old Norway spruce. Eight trees, Nødebo, compartment 196. Diameter (d — centimetres), diametrical increment (Δ d — millimetres) and areal increment (Δ g — square centimetres) for the average tree at different heights above ground (= Højde over jord — metres).

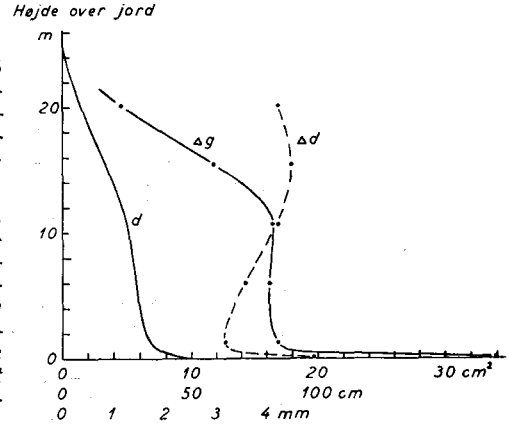


Figur 9. 135-årig bøg, Vallø afd. 287 a. Diameter (d — cm), diametertilvækst (Δ d — mm) og fladetilvækst (Δ g — cm²) for middeltræet ved forskellige højder over jorden.

Fig. 9. 135-year-old beech. Seven trees, Vallø, compartment 287 a. Diameter (d — centimetres), diametrical increment (Δ d — millimetres) and areal increment (Δ g — square centimetres) for the average tree at different heights above ground (= Højde over jord — metres).

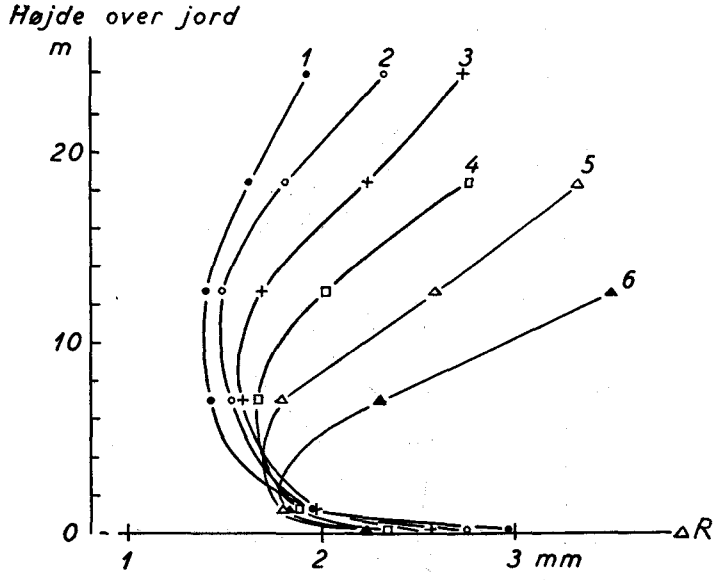
Middelårringsbredderne er indlagt på figurerne 5, 6 og 7. Det ses heraf, at årringsbreddens op- og nedgange forløber ret ensartet ved forskellige højder over jorden — mest ensartet på nærliggende niveauer, hvilket stemmer godt overens med figur 1 hos *Douglass* (1928) og figur 25 hos *Glock* (1937)). Mindst samstemmende med de øvrige målehøjder er variationerne ved 0.8 h' og på bøgenes grene.

På figurerne er ved grafisk udjævning indlagt „normal"-kurver for alle målehøjder. Disse normalkurver angiver årrings-



Figur 10. 85-årig bøg, Vallø afd. 338 b. Diameter (d — cm), diametertilvækst (Δ d — mm) og fladetilvækst (Δ g — cm²) for middeltræet ved forskellige højder over jorden.

Fig. 10. 85-year-old beech. Eight trees, Vallø, compartment 338 b. Diameter (d — centimetres), diametrical increment (Δ d — millimetres) and areal increment (Δ g — square centimetres) for the average tree at different heights above ground (= Højde over jord).



Figur 11. 85-årig rødgran, Nødebo afd. 196. Den „normale" årringsbredde (Δ R) ved forskellig højde over jorden i 1949 (kurve 1), 1939 (2) o. s. v.

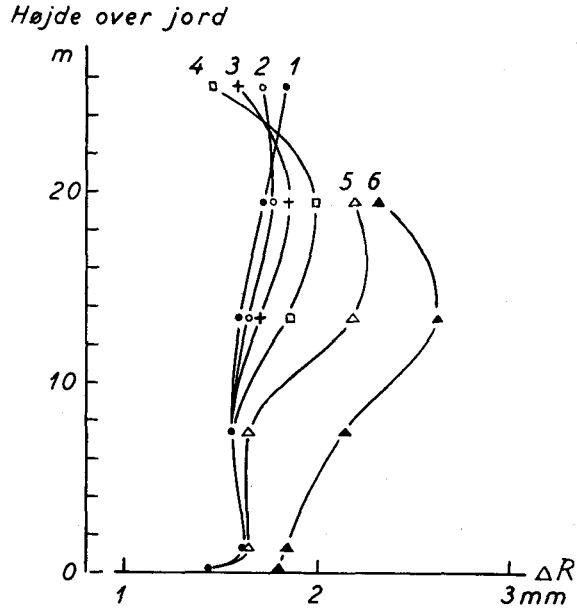
Fig. 11. 85-year-old Norway spruce, Nødebo, compartment 196. The "normal" ring-width (Δ R) at different heights above ground in 1949 (curve 1), 1939 (curve 2), etc. The values are taken from the smoothened curves in Fig. 5.

breddens størrelse, som den må antages at ville være blevet i år med „gennemsnitsvejr". Normalkurvernes form[1]) frembyder betydelige lighedspunkter ved forskellige højder over jorden.

Et mere anskueligt billede af årringsbreddens ændring med højden over jorden fås af figurerne 8, 9 og 10, på hvilke diametertilvæksten (taget fra normalkurverne for året 1949) er indtegnet. I den gamle bøgebevoksning er årringsbredden praktisk taget ens i hele stammen, medens den i de to andre bevoksninger er større i kronen og ved rodenden end på den øvrige del af stammen.

På figurerne 11 og 12 er normalkurvernes værdier for 1949, 1939 o. s. v. indtegnet. Man får af disse figurer et godt billede af, hvorledes årringsbredden ændres med alderen i alle måle-

[1]) Normalkurvernes form er selvfølgelig — ligesom alderskurverne for brysthøjdematerialet — påvirket af den hugstmetode, der har været anvendt.

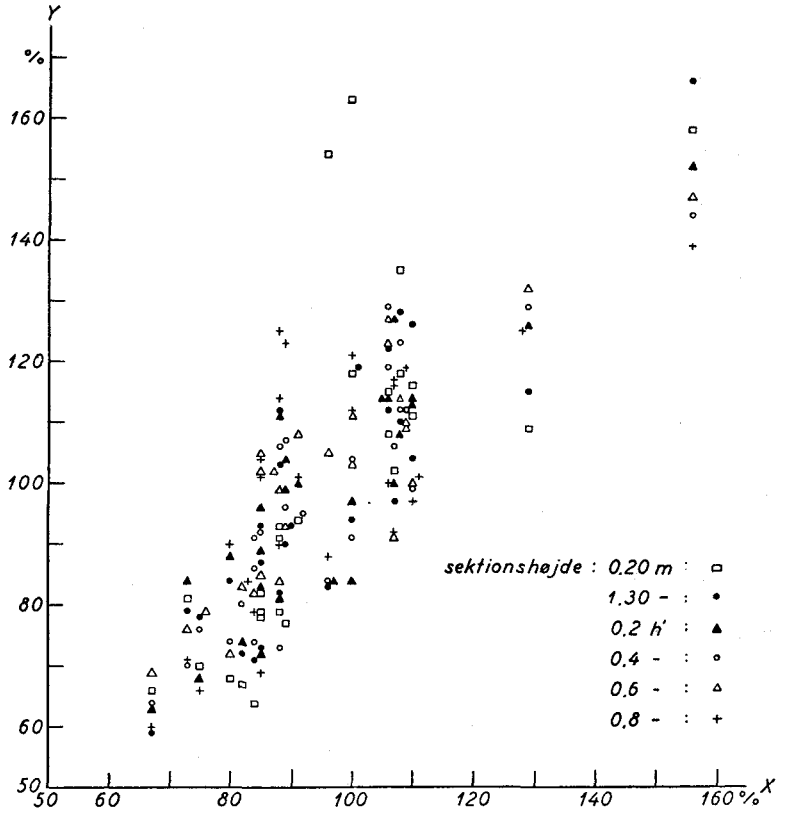


Figur 12. 135-årig bøg, Vallø afd. 287 a. Den normale årringsbredde (ΔR) ved forskellig højde over jorden i 1949 (kurve 1), 1939 (2).

Fig. 12. 135-year-old beech, Vallø, compartment 287 a. The "normal" ring-width (Δ R) at different heights above ground in 1949 (curve 1), 1939 (curve 2), etc. The values are taken from the smoothened curves in Fig. 6.

højder, og det ses, at den gamle bøgebevoksning for 50 år siden, da den var 85 år gammel, havde et kurveforløb omtrent som den 85-årige bevoksning i afd. 338.

Da årringsvariationerne viser mindst klimaafhængighed i toppen af træerne, er det af interesse at se, hvor stor en del af tilvæksten der falder i topsektionerne. Grundfladetilvæksterne ved de forskellige målehøjder er derfor indtegnede på figur 8—10. Der er nogen forskel mellem de tre bevoksninger, men alle har en meget kraftigt aftagende grundfladetilvækst fra stødhøjde og til et sted mellem 1 og 5 m over jorden, hvorefter tilvæksten bliver mere konstant, ja, hos den unge bøgebevoksning og granbevoksningen næsten helt konstant på en længde, der svarer til omtrent halvdelen af træernes højde, hvorefter tilvæksten igen falder stærkt. Da de arealer, der begrænses af koordinatakserne, grundfladetilvækstkurven og en vandret linie i vilkårlig højde,

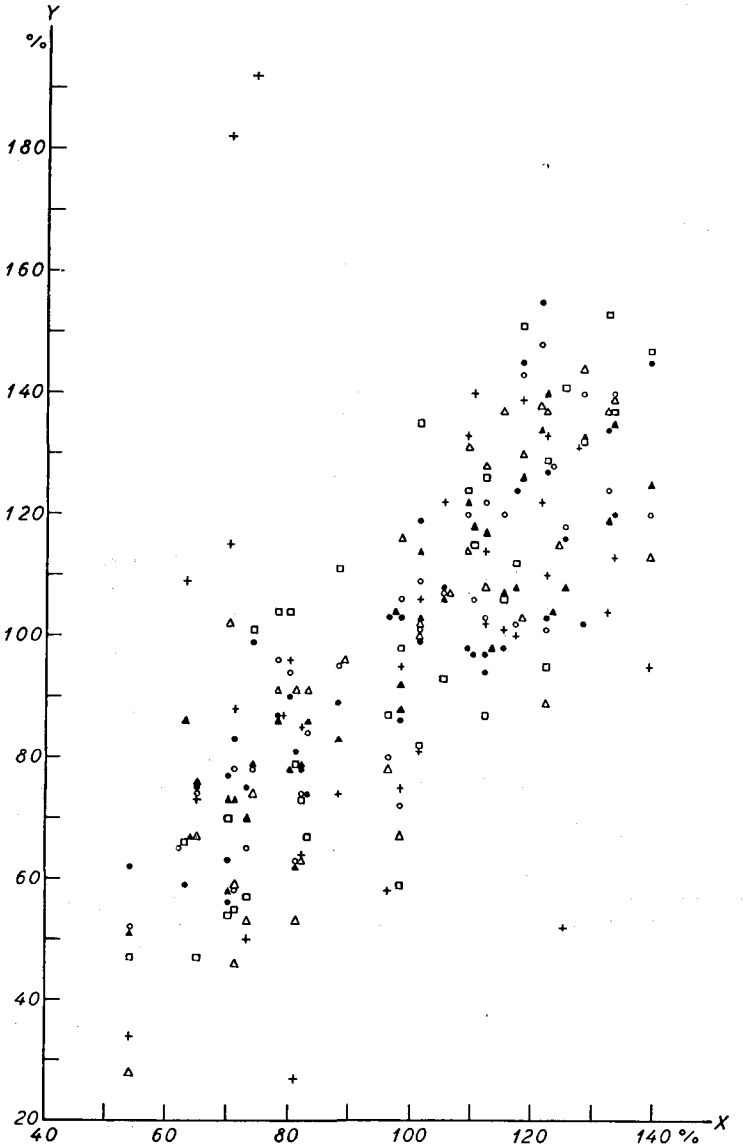


Figur 13. Rødgran, Nødebo afd. 196. Procentisk middelårringsbredde (Y) ved forskellige højder over jorden oplagt over de samtidige værdier af årringsindeks for rødgran, Nødebo (X).

Fig. 13. Norway spruce, Nødebo, compartment 196. Percentual mean ring-width (Y) at different heights above ground, superimposed on the simultaneous values of tree-ring indices for Norway spruce, Nødebo (X). Sektionshøjde = Cross-sectional height.

er udtryk for den massetilvækst, der aflejres under nævnte højde, kan man let få et udtryk for, hvor stor en del af stammemassetilvæksten, der afsættes under forskellige højder. Man finder af figurerne, at der afsættes følgende dele (udtrykt i procent) af stammemassetilvæksten under højderne:

	0.5 h'	0.6 h'	0.7 h'	0.8 h'	0.9 h'
Gran afd. 196	67	77	85	93	98
Bøg afd. 338 b	73	84	92	97	99
Bøg afd. 287 a	72	82	90	96	99



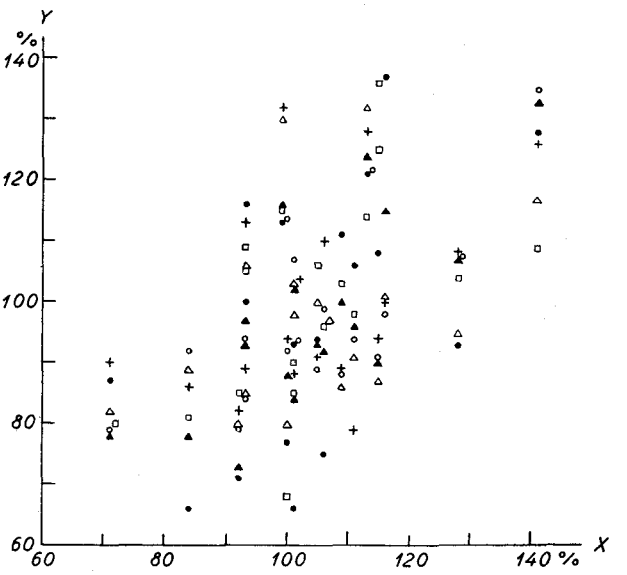
Figur 14. Bøg, Vallø afd. 287 a. Procentisk middelårringsbredde (Y) ved forskellige højder over jorden oplagt over de samtidige værdier af årringsindeks for bøg III, Vallø (X). Signatur som på figur 13.

Fig. 14. Beech, Vallø, compartment 287 a. Percentual mean ring-width (Y) at different heights above ground, superimposed on the simultaneous values of tree-ring indices for beech (cf. table II, III), Vallø (X). Symbols as in Fig. 13.

Da vi er interesserede i at vide, hvor godt et udtryk årringsvariationerne i brysthøjde er for massetilvækstens klimabetingede variationer, er det naturligt at sammenligne årringsvariationerne i de forskellige målehøjder med de opstillede årringsindeks (brysthøjdemateriale) for de samme lokaliteter.

Vi må til dette brug korrigere middelårringsbredderne fra figurerne 5—7 for langtidige ændringer ved at dividere hver middelårringsbredde med den tilsvarende værdi på normalkurven, hvorved den procentiske middelårringsbredde fremkommer (jfr. behandlingen af brysthøjdematerialet side 49).

De procentiske middelårringsbredder er for de tidsrum, hvor der findes materiale fra alle målehøjder, indlagt på figurerne 13, 14 og 15 som funktion af de samtidige indeksværdier for de pågældende lokaliteter. De procentiske middelårringsbredder samler sig for alle tre bevoksninger og alle målehøjder nogenlunde omkring en ret linie med 45° hældning, hvilket vil sige, at variationerne i de procentiske middelårringsbredder og årringsindeksene ikke alene er ensrettede, men også — så vidt man kan slutte af materialet — af samme relative størrelse. De største afvigel-



Figur 15. Bøg, Vallø afd. 338 b. Procentisk middelårringsbredde (Y) ved forskellige højder over jorden oplagt over de samtidige værdier af årringsindeks for bøg II, Vallø (X). Signatur som figur 13.

Fig. 15. Beech, Vallø, compartment 338 b. Percentual mean ring-width (Y) at different heights above ground, superimposed on the simultaneous values of tree-ring indices for beech (cf. table II,II), Vallø (X). Symbols as in Fig. 13.

Tabel 9. Korrelation mellem årringsvariationer på stammetværsnit i forskellige højder over jorden og årringsindeks for den pågældende lokalitet.

Table 9. Correlation for tree-ring variations in cross-sections of trunks at different heights above ground, and tree-ring indices for the site in question.

Træart *Species*	Bevoksning *Stand*	Sammenlignet med indeks *Compared with indices*	Sammenligningsperiode *Period of comparison*	r ved sektionshøjde *r at height of cross-section*						
				0.2 m	1.3 m	0.2 h'	0.4 h'	0.6 h'	0.8 h'	Midte af midterste gren *Middle of central branch*
Rødgran *Norway spruce*	Nødebo afd. 196 *Nødebo, compt. 196*	Rødgran, Nødebo *Norway spruce, Nødebo*	1924—1949	+ 0.73	+ 0.87	+ 0.87	+ 0.87	+ 0.87	+ 0.71	—
Bøg *Beech*	Vallø afd. 287 *Vallø, compt. 287*	Bøg III, Vallø *Beech III, Vallø*	1915—1949	+ 0.82	+ 0.83	+ 0.91	+ 0.88	+ 0.82	+ 0.22[1])	+ 0.04[2])
Bøg *Beech*	Vallø afd. 338 *Vallø, compt. 338*	Bøg II, Vallø *Beech II, Vallø*	1931—1948	+ 0.54	+ 0.53	+ 0.74	+ 0.70	+ 0.38	+ 0.42	— 0.05

[1]) For perioden 1925—49: r = + 0.51
[2]) For perioden 1925—49: r = + 0.31

[1]) For the period 1925—49: r = + 0.51
[2]) For the period 1925—49: r = + 0.31

ser forekommer i regelen ved de øverste målesteder og ved stubhøjde. Medvirkende til den forholdsvis dårlige korrelation imellem indeksene og de øverste målesteder er utvivlsomt, at normalkurverne ved disse har måttet indlægges ved hjælp af en kort punktrække, hvorfor de ligger mindre sikkert, navnlig i den ende, der ligger nærmest marven.

Korrelationskoefficienterne for sammenhængen mellem de procentiske middelårringsbredder og årringsindeksene er anført i tabel 9.

For granbevoksningen er korrelationen omtrent lige stærk i hele stammens længde, og undersøgelsen tyder da på, at *årringsvariationerne i brysthøjde er et særdeles godt udtryk for de klimabetingede variationer i rødgranens massetilvækst.*

Dette bekræftes af den af *Løvengreen* (1951 a) opstillede kurve (hans figur 4) for den gennemsnitlige årlige massetilvækst (bestemt ved stammeanalyser) af 4 graner fra forsøgsvæsenets faste prøveflade BF på Nødebo distrikt. Udtrykkes kurvens værdier i procent af *Løvengreens* tykke udjævningslinie, fås en serie procentiske massetilvækster, hvis årlige variationer stemmer godt overens med de af mig fremstillede årringsindeks for Nødebo distrikt (korrelationskoefficienten for perioden 1894—1949 er + 0.77). Omtalte tykke udjævningslinie er lagt i nær tilslutning til de observerede værdier, hvorved måske en del af de mere langtidige tilvækstvariationer elimineres. Ved en lille sænkning af udjævningskurven (maksimalt 10 procent) i tidsrummet 1900—1925 fås en udjævningskurve, der synes at angive „normaltilvæksten" med lige så stor sandsynlighed som *Løvengreens* kurve, og korrelationskoefficienten mellem massetilvæksterne på prøveflade BF og årringsindeksene stiger herved til + 0.81, hvilket er samme korrelation, som man kan vente at finde mellem årringsindeks og årringsvariationerne i brysthøjde, når de sidste er bestemt ved hjælp af 4 træer (jfr. tabel 3)[1].

[1]) *Løvengreens* bemærkning om, at han anser sin tykke udjævningslinie for at være mindre god for de sidste 20 år, blandt andet fordi den giver meget høje tilvæksttal for 1946 og tørkeåret 1947, kan jeg ikke tillægge megen vægt i denne forbindelse, hvor det drejer sig om en klimatisk korrektion, da de relative tilvækster, man finder ved hjælp af denne udjævningslinie, stemmer særdeles godt (årene 1946 og 47 eminent godt) med de tilvæksttal, jeg har fundet for Nødebo ved hjælp af 67 prøvetræer, hvis relative tilvækster fandtes ved hjælp af en *fælles* alderskurve.

I den gamle bøgebevoksning (afd. 287) er korrelationen stærk indtil 0.6 h'. Ved 0.8 h' er den kun ringe. Dette skyldes nok tildels, at oldenårene giver størst tilvækstnedgang i toppen af træerne (jfr. side 87), men en væsentlig del af forholdet skyldes sikkert også den anvendte normalkurve, idet forløbet af denne nærmest marven i høj grad beror på et skøn. Hvis man ser bort fra årene inden 1925, får man da også en betydelig bedre korrelation. Da korrelationen er høj indtil omkring 0.7 h', og kun 10 procent af stammetilvæksten falder over denne højde, er årringsvariationerne i brysthøjde dog også i dette tilfælde et godt udtryk for de klimabetingede variationer i stammemassetilvæksten.

Grenenes tilvækstvariationer frembyder nogle lighedspunkter med variationerne på stammetværsnittene, men også betydelige afvigelser. Det skyldes måske, at de undersøgte grenes tilvækst, ligesom det er tilfældet hos meget lavtsiddende bøgegrene (jfr. *Holmsgaard* 1948), er mere prægede af ændringer i belysningsforhold end af ændringer i de klimatiske faktorer, der påvirker stammernes tilvækst. Materialet er dog for spinkelt til påvisning af eventuelle forskelle i hugstreaktion ved de forskellige målehøjder.

Ifølge *Henriksen* (1951 b) kan grenemassen i bevoksningen skønnes at være ca. 22 procent af stammemassen. Antages grenenes tilvækst at stå i et lignende eller måske snarest lidt større forhold til stammetilvæksten, vil det sige, at den del af stammetilvæksten, der ligger under 0.7 h', udgør ca. 70—75 procent af totalmassetilvæksten. For variationerne i denne del af den årlige totalmassetilvækst er årringsindeksene gode udtryk, og de viser nogle lighedspunkter med variationerne også i de sidste 25—30 procent, hvorfor *man kan skønne, at årringsindeksene må give et nogenlunde godt billede af totalmassetilvækstens årlige variationer hos bøg.*

Det er ret uheldigt, at den 85-årige bøgebevoksning i afd. 338 blev valgt som objekt til specialundersøgelse, da denne bevoksning, som vist foran (under omtalen af tabel 3 og 4) i de sidste 25 år har haft årringsvariationer, der er meget forskellige fra de andre bøgebevoksninger, der indgår i bestemmelsen af Vallø indeks II. Indtil ca. 0.5 h' er korrelationen imidlertid af mindst samme styrke som mellem indeks og middelårringsbredden i brysthøjde, og under 0.5 h' afsættes ca. 70 procent af stammens tilvækst. De små korrelationskoefficienter ved 0.6 h' og 0.8 h' skyldes sik-

kert for en væsentlig del den usikkerhed, der knytter sig til indlæggelsen af normalkurverne, idet tilvækstændringerne fra et år til det følgende i regelen har den samme retning ved disse målesteder som ved de lavereliggende.

For begge bøgebevoksninger er korrelationskoefficienterne større ved 0.2 h' og 0.4 h' end ved brysthøjde, hvad der kunne tyde på, at det ved undersøgelse af klimaets indflydelse på den årlige tilvækst hos bøgen ville være bedst at udtage prøverne et stykke over brysthøjde.

Jeg har ikke undersøgt disse spørgsmål hos andre træarter end bøg og rødgran.

Løvengreen (1951 b) har på basis af 35 stammeanalyser af unge ege fra Bregentved angivet de gennemsnitlige relative årlige massetilvækster, og for perioden 1901—1946, hvor *Løvengreens* materiale omfatter 3—5 bevoksninger, kan hans tal for relativ massetilvækst sammenlignes med årringsindeksene for eg fra Vallø (tabel VI). Man finder, at de to serier for denne periode har en samvariation med en korrelationskoefficient på + 0,57, og hvis Vallø indeksene udjævnes på tilsvarende måde som *Løvengreens* massetilvækstserie, således at gennemsnittet for de af *Løvengreen* benyttede 10-års perioder sættes lig med 100, bliver korrelationskoefficienten + 0,67. Da de lokaliteter, hvorfra de 2 materialer stammer, kun har en afstand af 5—10 km, måtte man vente en bedre korrelation mellem de to serier, hvis variationer i årringsbredden i brysthøjde skulle være et godt udtryk for massetilvækstens variationer (jfr. side 138, at korrelationen mellem de to serier granindeks for Lindenborg og Buderupholm er + 0,91). Den mindre stærke samvariation mellem de to egeserier kan måske forklares ved, at egen ofte er genstand for afløvninger, og at disse kan indtræffe i forskellige år selv på nærliggende lokaliteter.

Det synes heller ikke sandsynligt, at egens årringsvariationer skulle være særlig forskellige ved forskellige højder over jorden, idet *Løvengreen* (1949) på sin fig. 12 har vist, at grenenes tilvækst i en 10-årig periode for 5 prøvetræer varierede på omtrent samme måde som stammemassetilvæksten.

Den form for tilvækstvariationer, man lægger mest mærke til i skoven, er højdetilvækstens årlige variationer, som ofte er

store og lette at iagttage. Et indtryk af disse variationers størrelse og ensartethed hos rødgran i forskellige hedeplantager fås af arbejder af *Bornebusch* (1933) og *Løfting* (1939).

Den eneste mere iøjnefaldende overensstemmelse imellem årringsindeksene på figur II og højdetilvækstkurverne for rødgran i de nævnte arbejder af *Bornebusch* og *Løfting* er, at året 1921 gav både en meget lille årring og et lille topskud. 1934 gav i Gludsted plantage både en lille årring (*Holmsgaard* 1945) og et lille topskud (*Løfting* l. c.). *Løvengreens* (1935) kurver for årlig massetilvækst og højdetilvækst for rødgran på Frijsenborg frembyder en vis overensstemmelse i de 2 størrelsers årlige variationer.

Bornebusch (1946) har undersøgt højdetilvækst og diametertilvækst hos bøge i Rand skov uden at kunne finde nogen sammenhæng imellem de enkelte års højdevækst og tykkelsesvækst, formentlig fordi „det ikke er de samme tidsrums vejrlig, der afgør tilvæksterne på henholdsvis højde og diameter". Der er heller ingen sammenhæng imellem disse 2 størrelsers årlige variationer i det af *Krarup* (1946) meddelte materiale fra bøge i Als Nørreskov. Hos begge disse forfattere er det gamle bøgebevoksninger, der er undersøgt; men heller ikke i unge bøgebevoksninger synes der at være nogen sammenhæng imellem et års højdetilvækst og årringsbredde (*Holmsgaard* 1950).

Bornebusch (1933) fandt, at rødgranens højdetilvækst er særlig afhængig af nedbøren i vækstperioden og umiddelbart forud for denne, selv om også rigelig nedbør i hele det foregående år synes at fremme højdetilvæksten. *Pearson* (1918) fandt tilsvarende, at forårsnedbøren var af afgørende betydning for Pinus ponderosa's højdetilvækst i et tørt område af Arizona, medens *Hesselman* (1904 a), *Cieslar* (1907), *Laitakari* (1920), *Wiedemann* (1925), *Burger* (1926) og *Mikola* (1950) har fundet bedst overensstemmelse imellem højdetilvækstens størrelse og de klimatiske forhold det foregående år[1]). *Cieslar* fandt dog, at vækstperiodens nedbør også påvirker det pågældende års tilvækst på meget tør jord, og *Wiedemann* (l. c.) angiver, at vejrliget i stræk-

---

[1]) *Möller* (1908) har eksperimentelt påvist, at det for fyrreplanter er næringstilførselen det foregående år, som er afgørende for topskuddets længde, medens nålelængde, -tykkelse og -farve afhænger af næringstilgangen i det pågældende år.

ningsperioden er i stand til at modificere den højdetilvækst, der „planlagdes“ i knopanlægget sidste sommer. Forskellen imellem de nævnte forfatteres angivelser af sammenhængen imellem vejrliget og højdetilvæksten ligger da formodentlig i, at de fleste undersøgelser er udført på lokaliteter, hvor den planlæggende indflydelse af foregående års vejrlig er dominerende, medens *Pearson* og *Bornebusch* har undersøgt højdetilvæksten på lokaliteter, hvor vandtilgangen i skudstrækningsperioden er meget ringe, og nedbøren derfor får en så stærkt „modificerende indflydelse“, at det foregående års indflydelse kun vanskeligt erkendes.

Selv om sammenhængen imellem de årlige variationer i højdetilvækst, årringsbredde og klimatiske forhold er kompliceret og langt fra tilstrækkeligt undersøgt, er der dog meget, der tyder på, at *langtidige* ændringer i de 2 førstnævnte størrelser forløber temmelig ensartet (jfr. *Wiedemann* 1925, *Meyer* 1939, *Mikola* 1950), og at en langvarig nedsættelse i højdetilvæksten ledsages af en nedsat massetilvækst.

Som det fremgår af foranstående, kan man imidlertid ikke uden forudgående lokale undersøgelser af forholdet drage slutninger om *enkelte* års massetilvækst ud fra højdetilvækstens størrelse, og de foreliggende undersøgelser tyder på, at der i mange tilfælde slet ikke vil kunne påvises nogen sammenhæng.

V. ÅRRINGSVARIATIONER, DER SKYLDES HUGSTINDGREB, FRØBÆRING M. V.

Foruden de klimatiske variationer kan hugstindgreb, afgrøftninger, ændringer i læforhold, frøbæring og afløvninger give anledning til ændringer i årringsbreddens størrelse, og inden bedømmelsen af årringsvariationernes afhængighed af klimatiske variationer er det nyttigt at danne sig et indtryk af, hvor store sådanne ændringer kan være.

For de undersøgte bevoksninger må navnlig hugstindgreb, frøbæring og afløvninger anses for at kunne være af betydning, og det viser sig, at særlig frøbæring spiller en stor rolle. Årringsbreddens afhængighed af frøår og afløvninger er vanskeligst at udskille fra den klimatiske afhængighed, idet både frøår og afløvninger ofte indtræffer samtidig over større områder og primært kan skyldes klimatiske forhold.

1. Hugstreaktioner.

Det er velkendt, at meget stærke hugstindgreb og lysstillinger kan forøge årringsbredden voldsomt (se f. eks. fig. 57 hos *Dengler* 1935 og *Näslund* 1942). *Holmsgaard* (1945) fandt, at rødgranens årringsbredde i brysthøjde forøgedes med godt en halv snes procent efter gennemhugning i Gludsted plantage, medens *Løvengreen* (1952) har fundet, at en gennemhugning i eg på Bregentved gennemsnitlig kun giver en hugstreaktion i form af forøget massetilvækst på det enkelte træ på ca. 1 procent.

Holsoe (1951) har ved hjælp af mikro-dendrometer undersøgt hugstreaktionerne i brysthøjde hos tulipantræ. Han fandt, at reaktionerne er mindst hos herskende træer, men dog tydelige hos sådanne, selv ved svage hugstindgreb. Reaktionerne sætter ind kort tid efter hugstindgrebet. Hvis dette udføres midt i vækstsæsonen, er der endog en målelig reaktion i samme sæson.

Det her fremlagte materiale er indsamlet i bevoksninger, der formodes at være blevet behandlede med hyppige, enkeltvis ret

svage hugster, som det har været praksis de fleste steder i dansk skovbrug i de sidste decennier.

Selv om vi tidligere har set (side 24), at bevoksningernes individuelle årringsvariationer — herunder hugstbetingede variationer — må antages for størstedelen at være eliminerede ved beregningen af indeksværdierne, er det af almindelig forstlig interesse at belyse spørgsmålet om sådanne svage hugstindgrebs virkning, og det er af betydning for vor anvendelse af de procentiske middelårringsbredder i de følgende kapitler.

Medens borspåner af 6—8 prøvetræer giver et rimeligt godt udtryk for en bevoksnings klimabetingede årringsvariationer, kan man kun vente, at de giver et usikkert billede af de af hugsterne betingede variationer, idet disse på forhånd må antages at være små i forhold til hine.

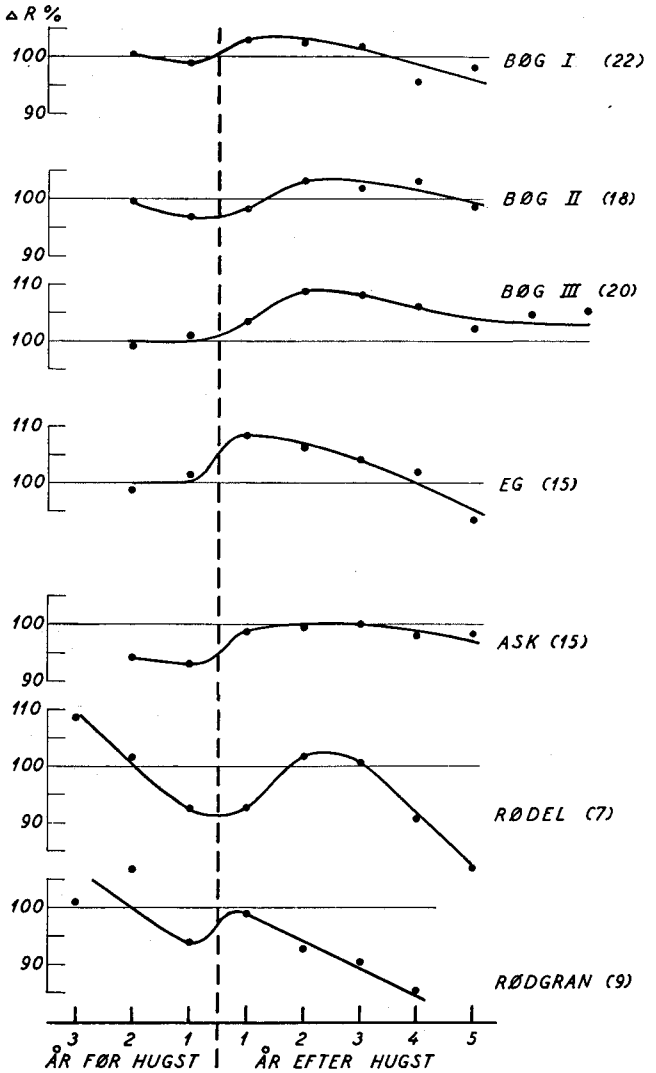
Kun fra Vallø skovdistrikt — hvor hugststyrken hverken er særlig svag eller særlig stærk — er der oplyst tilstrækkelig mange hugstår til, at spørgsmålet har kunnet belyses. Undersøgelsen er foretaget således:

For den enkelte bevoksning er de procentiske middelårringsbredder i årene omkring hugstindgrebet udtrykt i procent af årringsindeksene for de pågældende årstal. Herved elimineres hovedparten af de klimabetingede variationer. Derefter er der dannet middeltal af alle de fremkomne værdier faldende 2 år før hugst, 1 år før hugst, 1 år efter hugst o. s. v. På figur 16 er disse middeltal indlagt, og der er foretaget en grafisk udjævning. Bøgematerialet er opdelt i de samme 3 aldersgrupper som ved fremstilling af årringsindeksene (jvf. tabel II).

De hugstreaktioner, der findes af figur 16, er i virkeligheden lidt for små, idet de undersøgte bevoksninger ved klimakorrektionen sammenlignedes med indeksværdier, hvori deres egne hugstreaktioner indgår. Er den sande hugstreaktion i en bevoksning f. eks. 9 % stigende årringsbredde fra året før hugst til året efter hugst, og er indeksværdierne for de pågældende år beregnet af materiale fra 6 bevoksninger, så vil indeksværdien stige ca. 1,5 fra året før hugst til året efter hugst. Hugstvirkningen i den pågældende bevoksning vil da blive bestemt som

$$\frac{109{,}0}{101{,}5} \cdot 100 - 100 = 7{,}4\ \%$$

i stedet for 9 %. Det fundne udslag bør derfor gives et tillæg på ca. $^1/_5$ af udslagets størrelse.



Figur 16. Hugstreaktioner på årringsbredden i brysthøjde på Vallø. Procentisk middelårringsbredde (Δ R %) i årene på begge sider af et hugstindgreb. Tallene i parentes angiver det antal hugster, der indgår i beregningen.

Fig. 16. Thinning reactions on ring-width at breast-height. Vallø Forest District. Percentual mean ring-width (Δ R %) in the years immediately before and after thinning. The figures in parentheses indicate the number of thinnings included in the computations.

Explanation:

År før hugst	=	*year before thinning*
År efter hugst	=	*year after thinning*
Bøg	=	*beech (the material is divided into age-groups, cf. tables* II_I–II_{III}
Eg	=	*oak*
Ask	=	*ash*
Rødel	=	*alder*
Rødgran	=	*Norway spruce*

Vallø-indeksene er i et tilfælde (rødel) beregnet af 6 bevoksninger, medens de øvrige indeksværdier er beregnede af 7—10 bevoksninger, hvorfor den systematiske fejl, der begås ved fremgangsmåden, er mindre end $^1/_5$ af de fundne hugstreaktioner.

Til trods for, at variationerne fra bevoksning til bevoksning er meget store, og de enkelte punkter på figur 16 derfor er meget usikkert bestemt (størst er usikkerheden hos rødgran og rødel), så berettiger overensstemmelsen mellem kurverne dog følgende konklusioner:

1. Et tyndingsindgreb af omtrent normal styrke udført i bevoksninger, der ikke er behandlede med hverken ekstrem stærk eller ekstrem svag hugst, bevirker, at årringsbredden *i brysthøjde* på træer med en diameter i nærheden af middeldiameteren stiger 6—12 procent[1]).

Hugstreaktionen synes i alle tilfælde at være mindre end de klimabetingede tilvækstvariationer, hvilket styrker tilliden til, at hugstindgrebenes indflydelse elimineres stærkt, når årringsindeksene fremstilles af materiale fra flere bevoksninger med forskellige hugstår.

2. Taget som gennemsnit af mange træer opnår årringsbredden i brysthøjde sin største værdi 1. eller 2. sommer efter gennemhugningen for derefter igen at falde[2]).

3. Overensstemmende med, at gamle bevoksninger slutter sig langsommere end unge efter en hugst, indtræffer også den største årringsbredde senere i de gamle bevoksninger end i de unge.

2. Frøsætningens indflydelse på årringsvariationerne.

Stor frøsætning kan nedsætte årringsbredden hos de frøbærende træer (*Hartig* 1889, *Schumacher* 1890, *Jazewitsch* (upubliceret[3]), citeret efter *Huber* og *Jazewitsch* 1952 b)). I mange år-

[1]) Hugstreaktionens afhængighed af hugstindgrebets styrke er undersøgt for bøgene på Vallø. Der fandtes dog ikke nogen sikker afhængighed, selv om en sådan må ventes at være til stede, i hvert tilfælde indenfor et vist hugststyrkeinterval.

[2]) Grundfladetilvæksten kan dog også efter årringsbreddens kulmination være omtrent konstant eller stigende, som fundet af *Møller* (1945), idet grundfladetilvæksten er en funktion af både diameter og årringsbredde (jfr. ligningen side 55), og en nedgang i sidstnævnte kan kompenseres af den førstes stigning.

[3]) Publiceret 1953 i „Jahrringchronologie der Spessart-Buchen", Forstwissenschaftl. Centralbl., 72, side 234—247.

ringsundersøgelser er det omtalt, at frøsætning må kunne nedsætte årringsbredden. I ingen af de mig bekendte årringsundersøgelser er der dog gjort noget forsøg på at undersøge, hvor store variationer frøårene forårsager, og hvilken tilsløring af de klimabetingede tilvækstvariationer der herved kan fremkomme.

Frøsætningen er i høj grad klimatisk betinget, og særlig synes temperaturforholdene at være af betydning i denne henseende. Da de klimatiske variationer og navnlig temperaturvariationerne forløber ret ensartet over store områder, er også frøsætningen og dens indflydelse på årringsgangen ret ensartet for store områder, hvorfor denne indflydelse viser sig i årringsindeksene på ganske samme måde som de rene klimatisk betingede tilvækstvariationer og kun vanskeligt lader sig adskille fra disse, idet en lille årringsbredde i et frøår jo ikke behøver alene at være forårsaget af frøbæringen, men kan skyldes en kombination af denne og ugunstige klimatiske forhold.

Da der her i landet kun foreligger nogenlunde fyldige oplysninger om bøgens fruktifikation, er frøsætningens indflydelse på årringsbredden kun undersøgt mere indgående hos denne træart. Der er større forskel i den årlige frøsætning hos bøg end hos nogen af vore andre almindelige skovtræer (*Schwappach* 1895 og *Seeger* 1913), og da bøgens frugtsætning i gode frøår tillige er meget stor, er det rimeligt at antage, at frøbæringen påvirker tilvæksten og årringsbredden mere uens i forskellige år hos bøg end hos vore andre træarter.

a. Bøgens frugtbæring og dennes indflydelse på årringsvariationerne.

Indtil for omkring 150 år siden spillede svinedrift i skoven en betydelig rolle, og landbefolkningen har derfor været interesseret i oldenudbyttet og formodentlig gjort erfaringer om, hvorfor der i nogle år var mange olden og i andre slet ingen. Når *Linné* (1751) i sin Skånska Resa skriver, at tørken og heden i 1748 havde forårsaget flere blomster i bøgeskoven i 1749 end sædvanligt, udtrykker han sikkert herved bøndernes erfaringer.

Erfaringen om, at bøgen kun sætter rigeligt frugt efter en varm sommer det foregående år, er almindeligt akcepteret og omtalt i de 2 seneste danske skovdyrkningslærer af *Hauch* og *Oppermann* (1898—1902) og *Helms* (1925). De førstnævnte forfattere skriver: „Det er en gammel erfaring, at et oldenår står i

forbindelse med den foregående sommers vejrlig; og en nærmere undersøgelse af forholdene vil vise, at varme i juli (til dels også i juni, august og september) begunstiger udviklingen af blomsterknopper." *Helms* siger, at de rige oldenår kommer efter en tør og varm sommer, og ifølge *Brammer* (1911) giver sydhælder (der er tørre og varme) mest olden.

Lindquist (1931) har på grundlag af notater fra de svenske statsskove undersøgt variationerne i oldenudbyttet i 4 områder i Sydsverige for perioden 1895—1929. Han har sammenlignet oldenbæringen med temperaturforholdene den foregående sommer og som udtryk for disse anvendt dagenes maksimumstemperaturer. Der opstilledes på grundlag af disse 2 værdier:

Varaktighetsvärdena = antal dage i undersøgelsesperioden (maj—august) med over 20° C.

Intensitetsvärdena = sum af maksimumstemperaturer over 20° C i undersøgelsesperioden.

Lindquist fandt, at rige oldenår altid er fulgt efter varme somre, medens varme somre ikke altid har givet rige oldenår. Sidstnævnte forhold skyldes navnlig, at bøgens hunblomster og nylig ansatte frugter dræbes ved ÷1,4°—÷3° C, og at hanblomsterne lige før blomstringen skades alvorligt ved ÷1° C. (*Oppermann* og *Bornebusch* 1926).

Lindquist resumerer sine resultater således:

„1. Bokens blomning är ytterst en rent periodisk företeelse hos trädet självt.

2. Denna periodicitet innebär ett absolut hinder för bokens rikliga blomning två år i följd, men erbjuder möjligheter för sådan vartannat år.

3. Detaljerna i bokens blomning regleras emellertid av temperaturen.

4. Härvid har en hög temperatur under juli månad för blomknopparnas anläggning visat sig vara av största vikt.

5. Värmens intensitet har i detta fall mera att betyda än värmens varaktighet."

Der findes oplysninger om oldenår hos *Vaupell* (1863), *Müller* (1882—83), *Hauch* og *Oppermann* (1898—1902), *Brüel* (1900—04) og *Helms* (1925) samt i mangfoldige artikler og notitser i

Tabel 10. Oversigt over bøgens frugtsætning i Danmark.
Table 10. Survey of the seed-bearing of beech in Denmark.

År *Year*	I. Stort oldenfald »Landolden« *I. Large seed yield*	II. Mindre oldenfald eller »Sprængolden« *II. Smaller seed yield*	III. Olden forekom, men formodentlig i ubetydelig mængde *III Seeds occurred, but presumably in insignificant quantities*
1846	×		
1853	×		
1854			×
1858	×		
1860		×[1]	
1862		×[1]	
1864	×		
1866		×[1]	
1869	×		
1873		×	
1875		×	
1877		×	
1879		×	
1881	×		
1884		×	
1885		×[1]	
1886		×	
1888	×		
1890		×	
1894	×		
1896			×
1897	×		
1898			×
1900	×		
1904			×
1905			×
1906			×
1909	×		
1911			×
1913			×

[1]) Disse år er ikke medtaget ved fremstilling af tabel 12, da jeg først efter beregningen af denne blev opmærksom på Brüels (1900—1904) angivelser fra Nordsjælland.

[1]) *These years are not taken into account in the preparation of Table 12, because only after the computation of that table did I become aware of Brüel's (1900—1904) observations from North Sjælland.*

År *Year*	I. Stort oldenfald »Landolden« *I.* *Large seed yield*	II. Mindre oldenfald eller »Sprængolden« *II.* *Smaller seed yield*	III. Olden forekom, men formodentlig i ubetydelig mængde *III* *Seeds occurred, but presumably in insignificant quantities.*
1915	×		
1916		×	
1918	×		
1921		×	
1922		×	
1924		×	
1925			×
1926	×		
1929			×
1930		×	
1931			×
1933	×		
1934		×	
1935		×	
1937			×
1938		×	
1939		×	
1940	×		
1941		×	
1942		×	
1944		×	
1948		×	
1950		×	

de forstlige tidsskrifter. Som særlig værdifulde må nævnes de årlige beretninger om skovtræernes vækst, frøbæring m. v. i Tidsskrift for Skovbrug (perioden 1875—1888), Tidsskrift for Skovvæsen (1896—1903) og Dansk Skovforenings Tidsskrift (1916—1927). På grundlag af en gennemgang af de nævnte tidsskrifter og andre danske forstlige tidsskrifter suppleret med værdifulde oplysninger fra

kgl. skovrider *Jens Hvass* og statsskovfoged *Rud. Sørensen*, Buderupholm statsskovdistrikt,

skovrider *E. Bistrup*, Brahetrolleborg skovdistrikt,

skovrider *Sv. Kindt,* Gisselfeldt Klosters skovdistrikt,
statsskovfoged *V. Nielsen,* Sønderborg statsskovdistrikt,
forststuderende *Johs. Rafn,* Skovfrøkontoret,

er i tabel 10 givet en oversigt over bøgens frugtsætning i de sidste 100 år.

Det er klart, at en sådan oversigt, der er baseret på oplysninger fra mange forskellige personer og spændende over et langt tidsrum, må blive væsentlig mindre pålidelig og i højere grad beroende på et skøn hos sammenstilleren af de mange — ofte modstridende — oplysninger, end hvis oversigten havde kunnet baseres på en fortsat række af oplysninger indsamlede systematisk kort efter oldenfaldet. Det er også påfaldende, at der f. eks. i perioden 1890—1915 ikke i tabellen forekommer noget oldenår i klasse II; men de foreliggende oplysninger om andre oldenår

Tabel 11. Bøg, Vallø. Sammenligning mellem indeks for gamle frøbærende bevoksninger (indeks III jvf. tabel II, III) og mellemaldrende bevoksninger (indeks II jvf. tabel II, II) i oldenår og naboårene til disse.

Table 11. Beech, Vallø. Comparison between indices for old seed-bearing stands (indices III, ref. Table II, III) and middle-aged stands indices II, ref. Table II, II) in seed years and the adjacent years.

a. Store frøår.

a. Years rich in seeds.

Indeks *Index*	II				III				II—III	
Olden-år *Seed year*	Året før old. år *Year before seed year*	Olden-år *Seed year*	1 år eft. old. år *1 year after s. y.*	2 år eft. old. år *2 years after s. y.*	Året før old. år *Year before s. y.*	Olden-år *Sead year*	1 år eft. old. år *1 year after s. y.*	2 år eft. old. år *2 years after s. y.*	Olden-år *Seed year*	1 år eft. old. år *1 year after s. y.*
1888	97	127	85	129	92	95	72	107	32	13
1894	96	125	116	88	102	102	112	104	23	4
1897	88	108	103	75	104	95	112	89	13	—9
1900	75	100	98	91	89	67	104	103	33	—6
1909	88	88	90	92	112	70	76	109	18	14
1915	102	100	96	79	104	71	70	74	29	26
1918	79	94	95	119	74	54	73	112	40	22
1926	88	96	117	103	88	81	139	133	15	—22
1933	99	93	71	93	109	82	65	98	11	6
1940	115	92	84	101	110	63	70	83	29	14
Middel *Average*	92.7	102.3	95.5	97.0	98.4	78.0	89.3	101.2	24.3±3.1	6.2±4.7

b. Mindre frøår.

b. Years less rich in seeds.

Indeks *Index*	II				III				II—III	
Oldenår *Seed year*	Året før old. år *Year before seed year*	Oldenår *Seed year*	Året eft. old. år *1 year after s. y.*	2 år eft. old. år *2 years after s. y.*	Året før old. år*) *Year before s. y.*	Oldenår *Seed year*	Året eft. old. år*) *1 year after s. y.*	2 år eft. old. år*) *2 years after s. y.*	Oldenår *Seed year*	1 år eft. old. år *1 year after s. y.*
1890	85	129	112	108	72	107	136	122	22	—24
1916	100	96	79	94	71	70	74	54	26	5
1921	119	99	117	114	112	98	115	132	1	2
1922	99	117	114	116	98	115	132	125	2	—18
1924	114	116	88	96	132	125	88	81	—9	0
1930	107	109	113	99	128	112	122	109	—3	—9
1934	93	71	93	116	82	65	98	122	6	—5
1935	71	93	116	109	65	98	122	117	—5	—6
1938	109	111	115	92	117	105	110	63	6	5
1939	111	115	92	84	105	110	63	70	5	29
1941	92	84	101	106	63	70	83	101	14	18
1942	84	101	106	100	70	83	101	96	18	5
1944	106	100	128	141	101	96	101	121	4	27
1948	101	105	—	—	78	80	(118)	—	25	—
Middel *Average*	99.4	103.3	105.7	105.8	92.5	95.3	103.5	101.0	8.0±3.0	2.2±4.3

*) Der indgår oldenår i denne kolonne.

Seed years are included in this column.

end de virkeligt store er i denne periode så spredte og lidet fyldige, at jeg ikke har ment med rimelighed at kunne henføre dem til klasse II.

Til det brug, jeg i det følgende vil gøre af tabel 10, mener jeg dog, at den er anvendelig. Man kunne indvende, at det havde været bedre kun at benytte de oplysninger, der kunne fås fra de lokaliteter, for hvilke der er foretaget årringsundersøgelser. Men om disse oplysninger gælder også, at de er højst uensartede, og der kan ikke skaffes oplysninger fra sammenhængende længere perioder, hvorfor jeg har anset det for bedre at finde et „gennemsnit" for hele landet og så håbe på, at forskellene i oldenbæring på de enkelte lokaliteter vil blive udjævnede ved betragtning af den *gennemsnitlige* tilvækstnedsættelse som følge af frugtsætningen.

Oldenbæringens indflydelse på diametertilvæksten er formodentlig mere uens fra træ til træ end de egentlige klimatiske til-

vækstvariationer, idet der selv i rige oldenår er træer, der bærer meget lidt. Der er sikkert også betydelig forskel mellem forskellige bevoksningers frugtsætning. Således har skovrider *E. Bistrup*

Tabel 12. Bøg. Gennemsnitlig procentisk middelårringsbredde i oldenår og de 2 næste år.

Table 12. Beech. Average percentual mean ring-widths in seed years and two subsequent years. Grouping according to breast-height ages (= $år_{1.3}$).

Lokalitet *Site*	50—59 $år_{1.3}$				60—69 $år_{1.3}$				70—79 $år_{1.3}$			
	Antal bev. *No. of stands*	Oldenår *Seed year*	1 år efter *1 year after s. y.*	2 år efter *2 yrs after s. y.*	Antal bev. *No. of stands*	Oldenår *Seed year*	1 år efter *1 year after s. y.*	2 år efter *2 yrs after s. y.*	Antal bev. *No. of stands*	Oldenår *Seed year*	1 år efter *1 year after s. y.*	2 år efter *2 yrs after s. y.*
a. Store oldenår *a. Years rich in seeds*												
Vallø	22	86	85	101	21	94	101	99	10	74	88	103
Pamhule	10	92	91	100	10	91	96	104	7	92	97	96
Nødebo	8	100	96	97	7	78	82	97	11	85	92	94
Buderupholm	4	84	105	98	9	101	96	102	7	90	95	103
Gennemsnit *Average*		89.8	90.4	99.8		92.4	96.1	100.6		84.3	92.7	98.8
b. Små oldenår og år med sprængolden *b. Years less rich in seeds*												
Vallø	52	99	101	98	34	105	114	108	13	102	111	103
Pamhule	1	81	109	120	8	112	106	107	20	116	113	108
Nødebo	12	124	122	119	17	102	107	105	7	114	113	111
Buderupholm	3	131	137	149	5	110	118	110	7	94	102	116
Gennemsnit *Average*		104.6	106.5	104.6		105.3	111.3	107.1		108.5	110.8	108.6

meddelt mig, at nogle af de bedste 105—120-årige bøgebevoksninger på Brahetrolleborg bærer påfaldende lidt olden. De tilvækstnedgange, der findes i det følgende, angiver altså langt fra den maksimale tilvækstnedsættelse, som vil forekomme på særlig rigtbærende træer i særlig store oldenår.

Oldenårenes indflydelse på diametertilvæksten lader sig bedst undersøge ved hjælp af materialet fra Vallø, idet der fra denne lokalitet er opstillet årringsindeks for både gamle oldenbærende bevoksninger (indeks III) og for mellemaldrende bevoksninger (indeks II), der må antages ikke at have båret olden eller i hvert fald kun at have båret i ubetydelig mængde. Flere af de gamle

bevoksninger har formodentlig været oldenbærende siden oldenåret 1888.

I tabel 11 er indeksværdierne for indeks II og III i oldenårene og årene nærmest oldenårene angivet. Sammenligning mellem de 2 sæt indeksværdier giver mulighed for at isolere de variationer i årringsindeks, der skyldes oldenbæringen, fra de øvrige klimatisk betingede variationer.

Lokalitet *Site*	80—89 $\text{år}_{1.3}$				90—99 $\text{år}_{1.3}$				100—109 $\text{år}_{1.3}$			
	Antal bev. *No. of stands*	Oldenår *Seed year*	1 år efter *1 year after s. y.*	2 år efter *2 yrs after s. y.*	Antal bev. *No. of stands*	Oldenår *Seed year*	1 år efter *1 year after s. y.*	2 år efter *2 yrs after s. y.*	Antal bev. *No. of stands*	Oldenår *Seed year*	1 år efter *1 year after s. y.*	2 år efter *2 yrs after s. y.*
a. Store oldenår *a. Years rich in seeds*												
Vallø	16	74	85	105	9	78	121	124	10	76	66	94
Pamhule	9	75	83	89	12	78	96	103	8	64	74	95
Nødebo	5	94	106	127	5	73	67	79	6	59	87	92
Buderupholm	8	95	86	93	10	70	74	102	7	69	81	89
Gennemsnit *Average*		81.6	87.7	101.5		75.1	92.2	104.8		68.2	75.4	92.7
b. Små oldenår og år med sprængolden *b. Years less rich in seeds*												
Vallø	8	84	85	75	19	118	116	114	23	96	108	100
Pamhule	15	115	120	121	4	122	136	135	4	83	86	74
Nødebo	14	127	126	127	9	104	115	112	5	101	106	98
Buderupholm	11	138	142	137	12	106	118	111	7	87	101	83
Gennemsnit *Average*		118.5	121.6	119.4		112.4	118.2	114.3		93.6	104.0	94.0

Af tabel 11 ses, at året før et stort oldenår gennemgående giver en tilvækst, der er under middel, hvilket også er venteligt, når de store oldenår i reglen følger efter en varm og tør sommer, og bøgens tilvækst oftest er ringe under sådanne klimatiske forhold (jfr. side 148).

I de ikke frugtbærende bevoksninger er diametertilvæksten en del forskellig i de forskellige oldenår, men den gennemsnitlige indeksværdi er meget nær 100, hvad der tyder på, at oldenårenes klimatiske forhold taget i gennemsnit er jævnt gode for trævæksten. Man kan formodentlig derfor, selv om man kun er i besiddelse af årringsundersøgelser fra gamle oldenbærende be-

voksninger, dog få et ganske godt udtryk for disse bevoksningers reducerede diametertilvækst i oldenårene, når man danner gennemsnit af *mange* oldenår.

Tabel 11 viser, at de store oldenår i gennemsnit giver en indeksværdi, der er 24 % mindre end værdien for bevoksninger,

Tabel 12 fortsat.
Table 12 continued.

Lokalitet *Site*	110—119 $\text{år}_{1.3}$				120—129 $\text{år}_{1.3}$				130—139 $\text{år}_{1.3}$			
	Antal bev. *No. of stands*	Oldenår *Seed year*	1 år efter *1 year after s. y.*	2 år efter *2 yrs after s. y.*	Antal bev. *No. of stands*	Oldenår *Seed year*	1 år efter *1 year after s. y.*	2 år efter *2 yrs after s. y.*	Antal bev. *No. of stands*	Oldenår *Seed year*	1 år efter *1 year after s. y.*	2 år efter *2 yrs after s. y.*
a. Store oldenår *a. Years rich in seeds*												
Vallø	7	59	79	85	3	59	59	87	2	36	44	56
Pamhule	9	72	85	97	6	73	97	99	6	54	75	74
Nødebo	4	57	74	89	3	37	51	66	2	56	77	87
Buderupholm	9	61	78	104	10	77	90	104	10	74	86	105
Gennemsnit *Average*		63.4	79.8	95.1		68.0	82.3	95.2		62.6	77.6	88.8
b. Små oldenår og år med sprængolden *b. Years less rich in seeds*												
Vallø	26	86	92	93	6	86	102	91	7	72	88	86
Pamhule	13	88	99	92	17	101	116	118	24	92	90	100
Nødebo	9	106	111	116	10	88	91	84	3	90	90	64
Buderupholm	9	91	105	103	12	83	97	96	9	88	107	107
Gennemsnit *Average*		90.4	98.8	98.2		91.2	103.4	101.5		87.5	92.8	97.8

der endnu ikke har nået den oldenbærende alder. Der synes også at være en mindre tilvækstnedsættelse i året efter oldenåret; men noget sikkert kan dog ikke siges herom alene på grundlag af tabel 11.

For de mindre oldenår og sprængoldenårene — af hvilke nogle måske har givet yderst lidt eller ingen olden på Vallø, medens andre har givet en hel del — er tilvækstnedsættelsen meget forskellig. Den gennemsnitlige reduktion i årringsindeks på 8 % i forhold til de ikke-frugtbærende bevoksninger er noget usikkert bestemt.

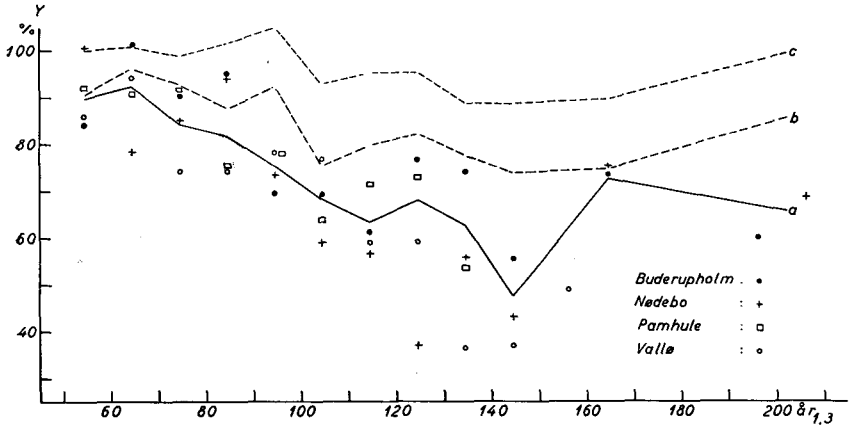
Oldenårenes indflydelse på årringsbredden ved forskellige

aldre fremgår af tabel 12, hvor der for de 4 undersøgte bøgelokaliteter er anført aldersklassevise middeltal af den procentiske middelårringsbredde i oldenårene og 1. og 2. år efter oldenårene[1]). Værdierne for de store oldenår er indlagt på fig. 17, hvor der desuden er indtegnet kurver gennem de vejede middeltal af alle lokaliteter for både oldenåret og de nærmest følgende 2 år.

Lokalitet *Site*	140—149 $\text{år}_{1.3}$				150—179 $\text{år}_{1.3}$				$\geqq$ 180 $\text{år}_{1.3}$			
	Antal bev. *No. of stands*	Olden-år *Seed year*	1 år efter *1 year after s. y.*	2 år efter *2 yrs after s. y.*	Antal bev. *No. of stands*	Olden-år *Seed year*	1 år efter *1 year after s. y.*	2 år efter *2 yrs after s. y.*	Antal bev. *No. of stands*	Olden-år *Seed year*	1 år efter *1 year after s. y.*	2 år efter *2 yrs after s. y.*
a. Store oldenår *a. Years rich in seeds*												
Vallø	2	37	56	58	1	49	52	53	—	—	—	—
Pamhule	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Nødebo	4	43	62	83	4	76	83	89	9	69	94	113
Buderupholm	5	56	90	106	13	74	74	93	5	60	70	75
Gennemsnit *Average*		47.7	73.8	88.7		72.7	74.8	89.8		65.8	85.5	99.4
b. Små oldenår og år med sprængolden *b. Years less rich in seeds*												
Vallø	2	70	64	54	8	58	67	65	—	—	—	—
Pamhule	7	70	80	102	—	—	—	—	—	—	—	—
Nødebo	6	106	102	100	8	118	126	114	14	106	115	113
Buderupholm	14	114	124	114	28	101	109	104	16	72	84	85
Gennemsnit *Average*		98.9	104.6	104.5		96.0	104.5	99.2		87.9	98.4	97.6

Ser vi først på de store oldenår, så falder kurven igennem gennemsnitsværdierne omtrent retliniet fra en middelårringsbredde på ca. 95 % ved en brysthøjdealder på 50—60 år til en middelårringsbredde på ca. 60 % ved 140—150 år for derefter at være konstant eller måske svagt stigende. De ret kraftige spring i den sidste ende af kurven skyldes sikkert, at materialet her kun stammer fra nogle få bevoksninger, hvorfor klimaforskelligheder i oldenårene udjævnes mindre godt, ligesom en-

[1]) 1. og 2. år efter oldenåret er medregnet, uanset om der har været olden i disse år.



Figur 17. Procentisk middelårringsbredde (Y) ved forskellig brysthøjdealder (år 1.3) i store oldenår (punkterne og kurve a), året efter (kurve b) og 2 år efter (kurve c). Værdierne taget fra tabel 12.

Fig. 17. Average of percentual mean ring-width (Y) at different breast-height ages (år1.3) in years rich in seeds (points and curve a), the following year (curve b) and two years after seed-year (curve c). The values are taken from Table 12.

kelte bevoksninger med et utypisk aldersforløb vil bringe forstyrrelser i billedet.

Der ses ikke at være nogen tydelig systematisk forskel mellem de 4 lokaliteter; måske er der dog en tendens til, at tilvækstreduktionen er lidt mindre på Buderupholm end på de andre lokaliteter.

Der kan heller ikke påvises nogen sikker systematisk forskel mellem lokaliteterne i tilvækstforløbet i årene efter oldenårene.

I året efter oldenåret falder gennemsnitskurven for den procentiske middelårringsbredde også omtrent retliniet fra ca. 100 ved 50—60 års brysthøjdealder til ca. 75 ved 140—150 år. Tilvækstreduktionen i 2. år efter oldenåret synes først at forekomme ved en brysthøjdealder på ca. 100 år, og ved ca. 150 år andrager den procentiske middelårringsbredde i 2. år efter oldenåret ca. 90.

I de små oldenår er tilvækstreduktionen langt mindre. Værdierne i tabel 12 er meget forskellige. I gennemsnit for alle lokaliteter er den gennemsnitlige procentiske middelårringsbredde i selve oldenåret ca. 110 ved brysthøjdealdre indtil omkring 100 år, medens værdierne herfra ligger på 90—95.

Det synes ved første øjekast mærkeligt, at den procentiske middelårringsbredde er større end 100 ved brysthøjdealdre under

100 år. Da der imidlertid kun er ubetydelige forskelle mellem oldenåret og de 2 nærmest følgende år under denne alder, må man antage, at de små oldenår kun giver yderst lidt frø i bevoksninger under ca. 100 år, og da alle de oplyste små oldenår og sprængoldenår falder i perioderne 1873—1890 og 1916—1949, hvor årringsbredden er over middel (særlig i førstnævnte periode, jvf. figur 39), må de små oldenårs procentiske middelårringsbredde blive betydeligt større end 100, idet periodernes mest udprægede minusvarianter — de store oldenår — jo i forvejen er fragået.

Værdierne fra Vallø-materialet ligger gennemgående lidt under værdierne fra de andre lokaliteter. Nogen tilvækstreduktion i årene efter de små oldenår og sprængoldenårene kan ikke påvises på grundlag af materialet.

Som vist side 55 f. forløber årringsvariationerne meget ensartet i forskellige højder på stammerne. Det er dog af nogen interesse nærmere at undersøge, om denne ensartethed strækker sig så langt, at også tilvækstreduktionen som følge af oldenbæringen er ensartet i hele stammen, således at man af reduktionen på diametertilvæksten i brysthøjde kan skønne over reduktionen i massetilvækst.

Hartig (1889) har ved undersøgelse af 2 oldenbærende 150-årige bøge vist, at årringsbredden hos disse i oldenåret 1888 var reduceret til $^1/_3$ i den underste del af stammen og til $^1/_5$ i den øverste del regnet i forhold til det foregående års årringsbredde, og *Schumacher* (1890) fandt noget tilsvarende i 3 af de af ham undersøgte 4 tilfælde på enkelte træers reaktioner på oldenbæringen.

En lignende undersøgelse kan foretages af den ca. 135-årige bøgebevoksning på Vallø (afd. 287 a, nærmere beskrevet side 59 f.), hvor der udførtes årringsundersøgelser af 7 træer i forskellige højder over jorden (stubhøjde, brysthøjde, $^1/_5$, $^2/_5$, $^3/_5$ og $^4/_5$ af højden over brysthøjde, samt på midten af den midterste levende gren). Middelårringsbredderne for de forskellige målehøjder ses på figur 6, og i tabel 13 er sammenstillet værdierne af de procentiske middelårringsbredder omkring de store oldenår fra 1888—1940. Kun for de 5 sidste oldenår er der dog materiale fra alle målehøjder.

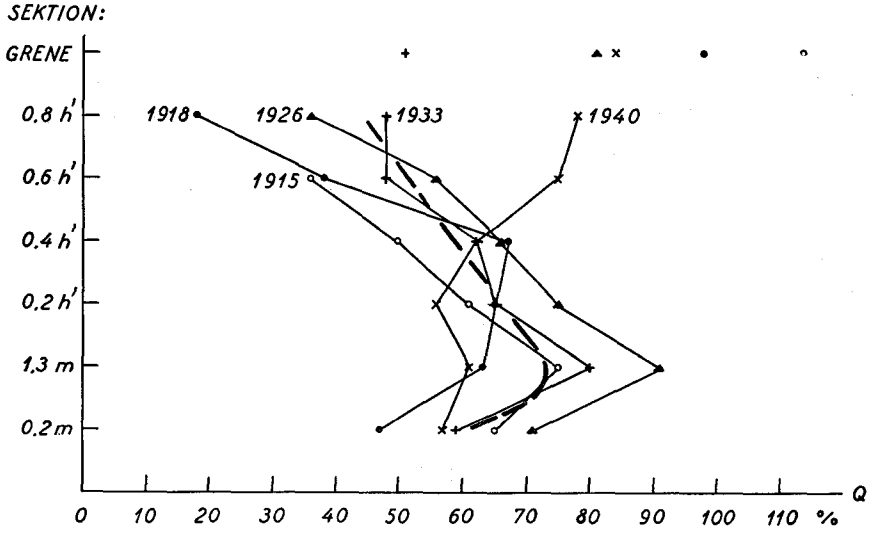
Det ses af tabel 13, at oldenårene har nedsat tilvæksten i alle

Tabel 13. Bøg, Vallø, afd. 287 a, 7 træer. Procentisk middelårringsbredde ved forskellige sektionshøjder i store oldenår og naboårene til disse. (h' = træhøjde — 1,3 meter). Alderskorrektionen er udført ved hjælp af de udjævnede kurver på fig. 6.

Table 13. Beech, Vallø, compartment 287 a, 7 trees (cf. Fig. 6). Percentual mean ring-widths at different cross-sectional heights in years rich in seeds and adjacent years (h' = height of tree — 1.3 metres).

Oldenåret *Seed year*	Sektionshøjde *Cross sectional height*															
	0.20 m				1.3 m				0.2 h'				0.4 h'			
	År før oldenår *Year before seed year*	Oldenår *Seed year*	1 år efter *1 year after s. y.*	2 år efter *2 yrs after s. y.*	År før oldenår *Year before seed year*	Oldenår *Seed year*	1 år efter *1 year after s. y.*	2 år efter *2 yrs after s. y.*	År før oldenår *Year before seed year*	Oldenår *Seed year*	1 år efter *1 year after s. y.*	2 år efter *2 yrs after s. y.*	År før oldenår *Year before seed year*	Oldenår *Seed year*	1 år efter *1 year after s. y.*	2 år efter *2 yrs after s. y.*
1940	115	66	54	67	97	59	56	74	118	66	73	86	106	66	77	84
1933	124	73	47	59	98	78	75	103	122	79	76	88	120	74	74	72
1926	111	79	147	137	89	81	145	120	83	62	125	135	95	63	120	140
1918	101	47	57	87	99	62	75	94	79	51	70	97	78	52	65	103
1915	85	55	70	101	111	83	77	99	120	73	58	79	115	58	63	78
1909	111	74	67	108	121	74	83	120	119	71	81	120	122	72	93	127
1900	72	42	77	103	87	50	89	93	92	62	102	113	89	45	90	114
1897	95	95	94	72	96	95	100	87	104	106	109	92	108	107	102	89
1894	100	94	109	95	105	96	106	96	88	95	107	104	99	86	103	108
1888	96	100	91	106	87	89	78	112	95	95	68	91	85	83	73	98

Oldenåret *Seed year*	Sektionshøjde *Cross-sectional height*											
	0.6 h'				0.8 h'				Midte af midterste gren *Middle of central branch*			
	År før oldenår *Year before seed year*	Oldenår *Seed year*	1 år efter *1 year after s. y.*	2 år efter *2 yrs after s. y.*	År før oldenår *Year before seed year*	Oldenår *Seed year*	1 år efter *1 year after s. y.*	2 år efter *2 yrs after s. y.*	År før oldenår *Year before seed year*	Oldenår *Seed year*	1 år efter *1 year after s. y.*	2 år efter *2 yrs after s. y.*
1940	115	86	102	91	140	109	115	86	123	103	116	102
1933	131	63	67	67	133	64	73	75	160	81	90	56
1926	95	53	113	139	74	27	95	113	89	72	81	99
1918	74	28	53	108	192	34	50	114	88	86	124	79
1915	126	46	58	74	—	88	182	192	109	124	181	88
1909	120	55	94	127	—	—	—	—	—	—	—	—
1900	103	46	100	117	—	—	—	—	—	—	—	—
1897	—	124	119	103	—	—	—	—	—	—	—	—
1894	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1888	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—



Figur 18. Bøg, Vallø afd. 287 a. De 5 sidste oldenårs middelårringsbredde ved forskellige sektionshøjder udtrykt i procent af foregående års middelårringsbredde (Q). Den punkterede kurve angiver gennemsnit af de 5 sidste undersøgte oldenår.

Fig. 18. Beech, Vallø, compartment 287 a. Mean ring-width of the five last seed years at different heights of trunk and branches, expressed in per cent. of the mean ring-width of the preceding year (Q). The dotted line indicates the average of the five seed years examined, ref. Table 13. Grene = branches. Sectional heights as in Fig. 5.

sektionshøjder. Mindst er reduktionen på grenetværsnittene, størst på stammens øvre sektioner.

Da udjævningslinierne på fig. 6 er meget nær retliniede i den betragtede periode, men muligvis skulle have været bølgeformede, hvis man vil betragte tilvækstens *korttidige* variationer, indføres herved let i tallene for den procentiske middelårringsbredde i tabel 13 en forskel mellem de forskellige sektionshøjder. En sådan forskel elimineres i nogen grad ved, at man udtrykker middelårringsbredden i oldenåret for hver sektionshøjde i procent af det foregående års middelårringsbredde, altså en lignende fremgangsmåde som anvendt af *Hartig* (l. c.). De herved fremkomne værdier er for de sidste 5 oldenår indlagt på figur 18. I de 4 af disse år er tilvækstnedsættelsen tydeligt stigende med stigende sektionshøjde. I de 5 sidste oldenår har tilvækstreduktionen gennemsnitligt været mindst i brysthøjde. De 5 tidligere oldenår (medtaget i tabel 13) har dog ikke nogen tydelig forskel i tilvækstreduktion mellem de 3 nederste sektioner.

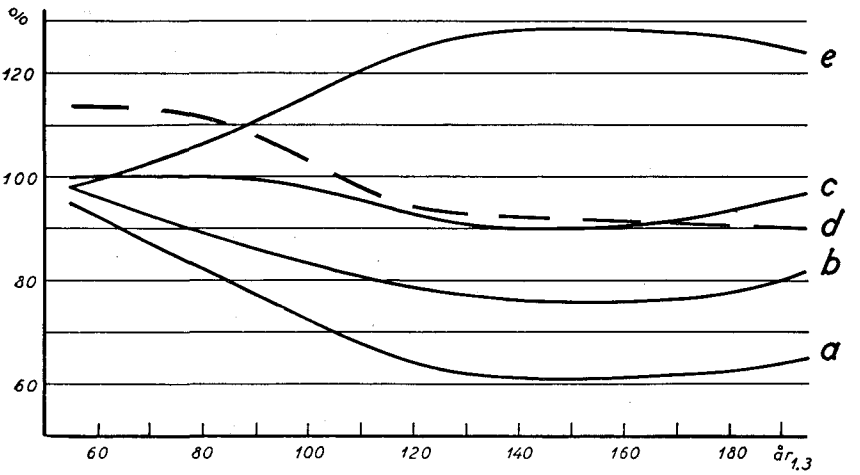
Materialet er vel ikke stort — og om den virkelig stedfundne oldenbæring vides intet — men det tyder dog afgjort på, at den procentiske reduktion i massetilvæksten taget som gennemsnit af en række oldenår er lige så stor eller snarest større end reduktionen i diametertilvæksten i brysthøjde, hvilket stemmer med de af *Hartig* og *Schumacher* foretagne undersøgelser.

Det bør fremhæves, at de i det foregående anførte gennemsnitsværdier for indeks og procentisk middelårringsbredde i oldenårene og årene efter disse ikke i sig selv giver udtryk for hele den tilvækstreduktion, der ledsager oldenbæringen. Når indeksværdier og procentiske middelårringsbredder i oldenårene er under 100 (= middel), må disse i gennemsnit for de år, hvis tilvækst ikke er påvirkede af oldenbæringen, være over 100. For Vallø indeks III finder man for perioden 1888—1949:

	Middeltal af indeksværdier
a. 10 år med „landolden"	78.0
b. 7 år: 1. år efter „landolden" (de 3 resterende år medregnet under d)	98.3
c. 7 år: 2. år efter „landolden" (de 3 resterende år medregnet under d)	103.4
d. 14 år med mindre oldenfald eller sprængolden	95.3
e. 24 år, hvis tilvækst antages at være upåvirket af oldenbæring	113.5

Da de gennemsnitlige klimatiske forhold — ifølge de oplysninger der kunne uddrages af indeks II fra Vallø — synes at være meget nær middel såvel for oldenårene som for de nærmest følgende år, må diametertilvæksten i de store oldenår derfor gennemsnitlig være nedsat med ca. $\frac{(113 - 78) \cdot 100}{113} = 31$ % og med 13 % og 9 % i de 2 nærmest følgende år, medens de mindre oldenår gennemsnitlig nedsætter tilvæksten med ca. 16 %.

I alt har de gamle bøgebevoksninger i de 38 år, hvori der foran er regnet med tilvækstnedsættelse som følge af oldenbæringen, haft en indekssum på 3526, medens summen for de andre 24 år af den undersøgte 62-årige periode andrager 2722. Hvis den gennemsnitlige tilvækst havde været lige så stor i de 38 år som i de 24, skulle førstnævntes indekssum have været 4310. Olden-



Figur 19. Bøgens årringsbredde i brysthøjde (udtrykt i procent af den gennemsnitlige værdi), i store oldenår (kurve a), 1 år efter disse (b), og 2 år efter (c), i små oldenår (d), og i alle andre år (e) angivet som funktioner af alderen i brysthøjde (år 1.3).

Fig. 19. The ring-width of beech at breast height (expressed in per cent. of the average value) in years rich in seeds (curve a), one year after such years (b) and two years after (c), in years poor in seeds (d) and in all other years (e), indicated as functions of the breast-height age (år 1.3). The high values for curve d in young stands are due to the fact that poor seed-years have, on an average, occurred in climatically favourable periods (1873—1890) and (1916—1949). Frequency of seed years computed from Table 10.

produktionen må da i denne periode under forudsætning af, at massetilvækst og diametervækst i brysthøjde reduceres med samme procent — have nedsat bevoksningernes tilvækst med ca.

$$\frac{4310 - 3526}{3526 + 2722} = 12.5\ \%$$

af den opnåede forstlige tilvækst. Dette tal er sikkert lidt for lille, da massetilvæksten, som vist foran, snarest reduceres kraftigere end diametertilvæksten.

Ved udjævning af middeltallene i tabel 12 og angivelserne i tabel 10 om oldenårenes hyppighed i årene 1850—1949 kan figur 19 tegnes[1]). Den øverste kurve på figuren viser den gennemsnitlige procentiske middelårringsbredde i år, der ikke giver olden,

[1]) Om den mærkelig høje beliggenhed af kurven for sprængoldenår henvises til omtalen af tabel 12. Ved beregning af kurven for sprængoldenår på figur 19 er ikke medtaget år, der falder 1 eller 2 år efter et stort oldenår. Disse indgår i kurve b og c.

og som falder mindst 3 år fra et stort oldenår, og denne kurves afstand fra 100-linien er derfor udtryk for, hvor meget oldenbæringen på forskellige alderstrin nedsætter bevoksningens forstlige tilvækst udtrykt i procent af, hvad der gennemsnitlig opnås. Det ses, at en ret betydelig del af faldet i bøgens løbende massetilvækst med stigende alder må tilskrives oldenproduktionen.

Fig. 19 viser, at ved en brysthøjdealder på 110 år, hvilket nok er en ret typisk alder for etablering af selvforyngelser (hvorfor de fleste oplysninger om oldenfald formodentlig kan henføres til aldre af omtrent denne størrelse), er tilvæksten i oldenåret nedsat med ca. 33 % i forhold til aldersklassens *gennemsnitlige* tilvækst, 1. år efter oldenåret med ca. 20 % og 2. år efter med ca. 4 % eller i alt et tilvæksttab på 55—60 % af et års tilvækst. Hvordan svarer dette nu til, hvad man ved om oldenproduktionens størrelse?

Hauch og *Oppermann* (1898—1902) meddeler nogle oplysninger om oldenfald på 5—10 td. olden pr. td. land (12—25 hl pr. ha). I tidsskriftslitteraturen er eksakte oplysninger om oldenfaldets størrelse meget sparsomme, men de få, jeg har fundet, svarer nogenlunde til de af *Hauch* og *Oppermann* anførte, selv om der også findes oplysninger om større oldenfald. Således står der i årsoversigten for året 1915 (*Fabricius* 1916): „Fra Fyn meddeles det, at der faldt 150—200 kærner pr. m² i sluttet 120-årig bøg, fra Lolland angives 4—5 td. pr. td. land i gammel skov; men det meddeles også, at der er talt 600, ja endog 1100 kærner pr. m²". Sidstnævnte angivelse svarer til ca. 80 hl pr. ha, men uden nærmere oplysning om, hvor mange m² der har været talt på, må oplysningen nok tages med noget forbehold.

For oldenåret 1909 har *Brammer* (1911) sammenstillet nogle interessante oplysninger angående oldenfaldet på 42 skovdistrikter. Der forelå talmæssige oplysninger om oldenfaldets størrelse for i alt 310 ha foryngede arealer. På ca. halvdelen af arealet var der faldet mellem 10 og 20 hl pr. ha, i gennemsnit for hele arealet 12—13 hl pr. ha.

Regner man nu på baggrund af disse opgivelser med, at et godt oldenår i gennemsnit giver 15 hl olden pr. ha i gamle bevoksninger, og at en hl frisk olden vejer 50 kg og har et vandindhold på ca. 33 % (*Tulstrup* 1952), svarer oldenmængden til ca. 560 kg tørstof pr. ha.

Forstkandidat *H. Holstener-Jørgensen* har bestemt gennem-

snitstørvægten af 200 frugtskåle med stilk fra Møllevangen til 0,76 g, hvilket svarer meget nøje til den af *Gäumann* (1935) i Schweiz fundne tørvægt på 0,75 g. Da der på et kg bøgeolden er 4400 olden (*Tulstrup* (l. c.)), skulle til 15 hl olden svare ½ × 4400 × 50 × 15 × 0,75 g = 1240 kg. Tørstofindholdet i frugtskåle og frugter ved et oldenfald på 15 hl pr. ha skulle altså være ca. 1800 kg.

Endvidere sker der i oldenåret et tørstoftab ved frembringelsen af hanblomster. 300 nedfaldne hanblomsterstande samlede i Møllevangen d. 25. maj 1952 havde en tørvægt på 4,03 g, hvilket giver en gennemsnitstørvægt på 0,0135 g, og ved et tilsvarende antal hanblomsterstande som befrugtede hunblomsterstande ved 15 hl olden pr. ha er hanblomsterstandenes tørvægt ca. 15 × 50 × 4400 × ½ × 0,0135 = 22 kg pr. ha. Imidlertid er der en del flere hanlige end hunlige blomsterstande (*Mentz* og *Ostenfeld* 1901—07), så hvor stor en tørstofmængde de hanlige blomsterstande repræsenterer, kan ikke siges, men man kan dog skønne, at deres tørstofindhold er ringe i sammenligning med de andre tørstoftab, der følger af oldenbæringen. Det forekommer herefter ret rimeligt at antage, at det samlede tørstoftab ved oldenbæringen i et stort oldenår andrager ca. 2 tons pr. ha, idet der ikke i ovenstående er regnet med svange olden.

En bøgebevoksning af 3. bonitet, hvilket omtrent svarer til gennemsnittet af de undersøgte bevoksninger, har ved en brysthøjdealder på 110 år en årlig totalmassetilvækst på ca. 7,6 m^3 (*Møller* 1933), hvilket med en rumtæthed på 560 kg (*Trendelenburg* 1939) giver en tørstofproduktion på 4,3 tons.

Den ved oldenproduktionen i et stort oldenår beslaglagte tørstofmængde skulle således efter dette overslag svare til 45—50 % af tørstoffet i den gennemsnitlige årlige forstlige tilvækst. Set på baggrund af de usikkerheder, der er forbundet med foranstående overslag, ikke mindst, at det ikke er de samme stoffer, der forbruges ved olden- og vedproduktionen, må overensstemmelsen med det af figur 19 fundne siges at være tilfredsstillende.

Gäumann (1935) fandt, at åndingstabet er meget stort ved bøgens frugtsætning, og dette kan bidrage til at forklare, at man ved foranstående overslag — hvor oldenproduktion sammenlignes med vedproduktion — finder, at en vis oldenvægt svarer til en større vedvægt.

Helms (1925) skriver i sin skovdyrkningslære, at „i et oldenår giver den gamle bøgeskov langt mindre skygge end ellers, fordi udviklingen af frugterne tildels sker på bladudviklingens bekostning", (et lignende forhold er konstateret hos frugttræer, der bærer rigeligt — jvf. *Thuesen* 1952). *O. G. Petersen* (1920) skriver, „at i den del af en bøgekrone, hvor der findes bog, gulner bladene og falder løvet 2—3 uger før end i den øvrige del af skoven, ligesom et ikke frøbærende træ beholder sit løv længere end et frøbærende." Begge forhold kan muligvis bidrage til, at tilvæksten yderligere nedsættes som følge af oldenbæringen, selv om en række undersøgelser ganske vist har vist, at en vis reduktion i bladmængde ikke nedsætter tilvæksten påviseligt, når reduktionen sker på de *nedre* blade (jfr. *Møller* 1946).

At en del af tilvækstreduktionen først indtræffer i årene efter oldenårene, er tidligere konstateret af *Schumacher* (1890), der hos 2 bøge fandt, at tilvæksten i årene 1870 og 1889 endog var mindre end i de store oldenår 1869 og 1888. Denne eftervirkning af oldenbæringen forklares naturligt ved, at træerne i disse år gendanner den oplagsnæring, der hovedsagelig findes som stivelse i parenkymcellerne i bark og ved, og som kun udtømmes fuldstændigt ved stærk frøsætning (*Boysen Jensen* 1938). *Hartig* (1888) fandt, at ved fuldstændig afkvistning af bøge før løvspring havde disse den følgende sommer en diametertilvækst på 5 % ved 50 års alder og ved 100 og 150 års alder en diametertilvækst på ca. 20 % af det normale. Han sluttede deraf, at stivelsesforrådet, der næsten var fuldstændig forsvundet efter 1. sommer efter afløvningen, er af en størrelsesorden svarende til disse tilvækster. I år, hvor der ikke er olden, forsvinder en stor del af stivelsen fra de 2 yderste årringe, men ikke fra de 40—50 ældre årringe, hvori der forekommer stivelse. I oldenåret 1888 forsvandt fra halvdelen til to trediedele af al stivelsen hos de af *Hartig* (1889) undersøgte bøge, og også stammens kvælstofindhold reduceredes betydeligt i frøåret (medens der ikke sker nogen reduktion af kvælstofindholdet ved afløvning). *Gäumann* (1935) har sammenlignet stofhusholdningen hos bøge uden olden og bøge med olden og fandt derved, at der til produktion af 4—5 kg olden forbruges ca. 40 kg af træets kulhydratforråd og ca. 1 kg af dets proteinforråd.

Formen på kurverne i figur 19 svarer nogenlunde til, hvad man måtte vente. Tilvækstnedsættelsen i oldenårene er ubetydelig

og næppe reel for en brysthøjdealder under 60 år. Det angives ganske vist af en del forfattere, at bøgens frugtsætning begynder ved 40—50 års alderen, og man kunne måske derfor vente, at tilvækstreduktionen satte ind tidligere end vist på fig. 19. Der er dog sikkert kun tale om ganske ringe frøsætning ved 50-års alderen. *Hauch* og *Oppermann* (1898—1902) skriver, at „først i en alder af 70—80 år begynder den sluttede bøgeskov at give så rigelig frøsætning, at arealet kan blive tæt besået, og helst må bevoksningen være op imod 100 år eller endnu ældre." Af 25 oplysninger fra forskellige skovdistrikter (*Brammer* 1911) angående distrikternes yngste (uforyngede) bøgebevoksninger, der havde båret rigeligt i oldenåret 1909, falder 3 oplysninger ved alderen 50 år, 9 i aldersklassen 60—70 år, 9 i 80—90 år og 4 ved 100 år (for de jyske distrikter var angivelserne en halv snes år højere end for ødistrikterne). Det bemærkes, at der var tale om de yngste bevoksninger, og *ikke* den *gennemsnitlige* alder, hvori bøgebevoksninger sætter rigelig frugt. Endvidere meddeles, at oldenfaldet var større i aldersklassen 121—150 år end i både yngre og ældre bevoksninger, hvilket passer godt sammen med den største tilvækstreduktion på figur 19, thi selv om stigningen på kurverne a—c ved de højere aldre ikke er særlig sikkert bestemt, så falder masseproduktionen ved de høje aldre, og selv ved vandret forløb af kurverne a—c bliver derfor den masse, der forbruges ved oldenproduktionen, faldende.

På fig. I er de store oldenår efter 1850 markeret med pile, og det er tydeligt, at de 4 nederste indeksserier, der er baseret på gamle bevoksninger, er overordentlig stærkt påvirkede af oldenbæringen[1]).

Vi kan da slutte med at fastslå, at *bøgens oldenbæring præger dens årringsbredde i overordentlig høj grad allerede fra aldre omkring 90—100 år. I 130-årige og ældre bøgebevoksninger er årringsbredden i store oldenår gennemsnitlig kun halvt så stor som i år, der ikke er påvirkede af oldenbæring. Da stor oldenbæring desuden påvirker tilvæksten i mindst 2 år efter olden-*

---

[1]) 1948 var mange steder i landet et godt oldenår, men da der flere steder kun var lidt olden, er året ikke medtaget som et stort oldenår. Figur I tyder på, at der har været megen olden i 1948 på 3 af de 4 steder, hvorfra der er udført årringsundersøgelser.

året, må gamle bøgebevoksninger anses for at være meget uegnede til bedømmelse af sammenhængen imellem korttidige klimatiske variationer og tilvækstvariationer.

b. Rødgranens frøsætning og dennes indflydelse på årringsvariationerne.

Mikola (1950) skriver: „The growth of spruce, in particular, with which the variations in the amount of cone crop are great, remains remarkably small in years of abundant cone production[1]."

Angivelserne om rødgranens frøsætning i Danmark er meget sporadiske. Der er benyttet de samme trykte kilder, som nævnt side 77, og disse er suppleret med oplysninger fra:

Forstfuldmægtig *H. Barner* (Mængde klængede rødgrankogler i årene 1864/65—1948/49 på Valdemarslund klængstue),

Kgl. skovrider *J. Hvass* (Koglesætningen på Buderupholm statsskovdistrikt),

Skovrider *P. Qvistgaard* (Regnskaberne for Wedellsborg skovfrøhandel 1908/9—1947/48),

Kgl. skovrider *P. Rosen* (Koglesætningen på Nødebo statsskovdistrikt).

Da rødgranens frøsætning dels er mangelfuldt oplyst[2]), dels synes at være ret stærkt vekslende fra egn til egn, har jeg valgt kun at undersøge dens indflydelse på årringsbredden fra de lokaliteter, hvorfra jeg har ret gode oplysninger, nemlig Buderup-

---

[1]) *Danilow* (Botanitscheskij Journal 38, 1953) har ifølge referater ved *Buchholz* (Allgemeine Forstzeitschrift, 8, 1953 s. 454) og *Brantseg* (Tidsskrift for Skogbruk, 62, 1954 s. 67) undersøgt årringsbredden hos frøbærende og ikke frøbærende træer i en plukhugstskov (middelalder 90 år) i 5 store frøår. Han fandt, at årringsbredden på træer med meget god og særdeles god koglesætning i frøåret var nedsat med 35—40 procent og i året efter frøåret med 20—25 procent. Det er navnlig høstveddets bredde, der nedsættes ved frøbæringen (den normale høstvedprocent var 20—21, i frøår derimod kun 14).

[2]) Følgende oversigt over frøårene meddeles med alt muligt forbehold for fuldstændighed:

Før 1915 er de eneste oplysninger af større værdi fra klænganstalten ved Valdemarslund. Disse tyder på, at der har været større frø-

holm — Lindenborg og Nødebo, og da kun at undersøge forholdet for følgende store frøår på disse lokaliteter[1]):

Nødebo	Buderupholm — Lindenborg
1915	1933
1924	1941
1933	1947
1941	
1948	

I tabel 14 er anført de gennemsnitlige procentiske middelårringsbredder i frøår og i året før disse. Forskellen imellem de to grupper af år andrager ca. 25 procent i rødgranbevoksninger, der er ca. 60 år gamle eller ældre.

Materialet, der ligger til grund for tabel 14, er ikke særlig stort, og klimatiske forskelle mellem frøåret og det foregående år er sikkert dårligt udjævnede, hvorfor nogen mistillid til tabellens tal kan være berettiget.

For Nødebo distrikt kan man for de sidste tre frøår få et ret godt indtryk af årets klimatiske værdi ved hjælp af de 10 parceller i proveniensforsøgene (se side 102). Træerne her er så unge, at de næppe har båret frø endnu — i hvert fald ikke i mængder, der betyder noget i denne forbindelse. I tabel 15 er

---

mængder i Nordsjælland i 1864, 1867, 1869, 1875, (1878), 1881, 1885, 1888, 1890, 1894, 1897, 1900, 1904, (1911), (1913).

Derefter har der været frø i:

1915 — Stort frøår,
1918 — Mange steder frøår,
1921 — „ „ „
1924 — Stort frøår,
1931 — Frøår nogle steder,
1933 — Stort frøår,
1937 — Frøårets omfang usikkert, men næppe stort,
1941 — Godt frøår flere steder,
1942 — Stort frøår,
1947 — Stor frøsætning på Buderupholm (eneste oplysning).
1948 — Mange steder et godt frøår.

[1]) 1942 var et godt frøår både i Rold skov og i Nordsjælland; men dette år er ikke medtaget, da det ikke kan sættes i relation til et foregående ikke-frøgivende år.

Tabel 14. Rødgran: Nødebo, Buderupholm og Lindenborg. Frøsætningens indflydelse på årringsbreddens størrelse (de øverst side 97 nævnte frøår).

Table 14. Norway spruce: Nødebo, Buderupholm and Lindenborg. The influence of seed bearing on size of ring-width. (The seed years mentioned on top of page 97).

	Aldersklasse (år 1,3) *Age class (years at breast-height)*					
	10—20	30—39	40—49	50—59	60—69	≧70
Antal bevoksninger *Number of stands*	8	5	17	18	17	10
Gennemsnit af procentisk middelårringsbredde: 1 år før frøår *Average of percentual mean ring-width: one year before seed year*	93	107	101	121	119	110
Gennemsnit af procentisk middelårringsbredde: frøår *Average of percentual mean ring-width: seed year*	92	98	94	95	95	85
Differens *Difference*	1	9	7	26	24	25

foretaget en sammenligning mellem årringsbredderne i de nævnte parceller og i de 6 undersøgte gamle rødgranbevoksninger på Nødebo. Det fremgår af tabellen, at *de gamle rødgranbevoksninger i frøårene har ca. 25—30 procent mindre relativ tilvækst end de unge parceller.* Størrelsesordenen af denne tilvækstreduktion svarer godt til tabel 14 og styrker derved tilliden til denne.

Tabel 15 tyder på, at der også i året efter frøåret er tale om en tilvækstreduktion i lighed med, hvad der fandtes for bøgene. Man kan dog ikke akceptere tabellens oplysninger herom som noget fuldgyldigt bevis i så henseende, idet 1942 var et godt frøår i Nordsjælland, og selv om jeg ikke er i besiddelse af oplysninger om, at 1934 og 1949 var frøår, kan det dog ikke udelukkes, at frøbæring har fundet sted.

I afd. 196 på Nødebo foretoges årringsundersøgelser i forskellige højder på stammerne (jvf. fig. 5). Der kan ikke på grundlag heraf påvises nogen forskel i tilvækstreduktionens størrelse ved forskellige højder på stammen, i lighed med hvad der fandtes hos bøgen.

c. Frøsætning hos andre arter.

Formodentlig er stor frøbæring hos andre træarter også ledsaget af tilvækstreduktion.

Wellenhofer (1948) (citeret efter *Huber, Jazewitsch, John* og *Wellenhofer* 1949) kunne dog ikke påvise nogen indflydelse af 20 kendte store frøår hos eg, og *Knuchel* og *Brückmann* (1930) kunne heller ikke i deres materiale påvise, at stor frøproduktion havde nogen indflydelse på ædelgranens tilvækst.

For askens vedkommende er der formodentlig tale om betydelige tilvækstreduktioner som følge af frøbæringen, idet *Sy-*

Tabel 15. Rødgran, Nødebo. q_1 = middelårringsbredde (%) i frøåret udtrykt i procent af middelårringsbredde (%) i året før frøåret; q_2 = middelårringsbredde (%) i året efter frøåret udtrykt i procent af middelårringsbredde (%) i året før frøåret[1]; n = bevoksningernes brysthøjdealder.

Table 15. Norway spruce, Nødebo. q_1 = mean ring-width (%) in seed year, expressed in per cent. of mean ring-width (%) in the year before the seed year; q_2 = mean ring-width (%) in the year after the seed year, expressed in per cent. of the mean ring-width (%) in the year before the seed year[1]; n = breast-height age of stands.

	Frøåret *Seed year*								
	1948			1941			1933		
	n	q_1	q_2	n	q_1	q_2[2]	n	q_1	q_2
10 unge ikke frøbærende bevoksninger *10 young non-seed-bearing stands.*	24—27	105.6±4.5	121.0±7.4	17—20	109.2±2.9	132.7±4.9	9—12	95.3±3.3	95.5±3.5
6 gamle bevoksninger *6 old stands*	56—91	81.2±2.4	96.3±4.3	49—84	75.8±3.6	63.8±3.0	41—76	69.5±3.1	78.2±5.3
Differens *Difference*		24.4±5.1	24.7±8.6		33.4±4.6	68.9±5.7		25.8±4.5	17.3±6.4

[1]) Alderskorrektionen i de 10 unge bevoksninger fra proveniensforsøget (se side 102 f.) er foretaget ved hjælp af alderskurven for Nødebogranerne (figur 4).

[2]) 1942 var også frøår.

[1] *The age adjustment for the 10 young stands from the provenance experiment (see page 104) is made by means of the age curve for the Nødebo spruce (Fig. 4).*

[2]) *1942 was also a seed year.*

rach Larsen (1945) og *Rohmeder* (1949) har fundet, at hunlige ask gennemgående er tyndere end hanlige, formentlig fordi de anbringer en del af deres tørstofproduktion i frø. Ifølge mundtlig oplysning fra dr. *Syrach Larsen* er skiver af hunlige ask også karakteriserede ved en så ujævn årringsgang sammenlignet med skiver af hanlige ask, at man okulært kan skelne imellem skiver af de to typer.

Frøårenes tilvækstnedgang er — rent bortset fra, at de koster en masse penge i form af tabt tilvækst — en meget ubehagelig foreteelse, idet de tilslører de klimabetingede tilvækstvariationer. For at fremskaffe lange serier er det ved årringsundersøgelser ønskeligt — og almindelig praksis — at arbejde med gamle bevoksninger, men herved bliver frøårenes virkning særlig stor, og vejrligets indflydelse på tilvæksten bliver vanskeligere at klarlægge. Der er derfor meget, der taler for, at man ved årringsundersøgelser, der skal tjene til oplysning om vejrets indflydelse på den årlige tilvæksts størrelse, lægger større vægt på materiale fra unge bevoksninger, end jeg har gjort. Dette synes særlig vigtigt ved bøgen, hvor frøårenes indflydelse er meget stor.

Frøårenes indflydelse på årringsvariationerne er ofte antydet som en mulighed — men ikke påvist i nogen af de årringsanalyser, jeg er bekendt med, og jeg havde ikke forudset, hvilke vanskeligheder denne indflydelse ville volde ved sammenligningen med klimavariationerne, og derfor heller ikke i så høj grad som ønskeligt garderet mig derimod ved at arbejde med materiale fra unge bevoksninger.

3. Insekt- og svampeskader.

Det er klart, at store insekthærgninger og svampeangreb, der reducerer træernes blad- og nålemængder kraftigt, må kunne nedsætte tilvæksten, og der findes da også mange meddelelser herom i litteraturen. Tilvækstnedsættelser af denne art vil vanskeliggøre tydningen af træernes klimabetingede tilvækstvariationer.

Det er ikke sandsynligt, at sådanne skader har påvirket mine hovedmaterialer af bøg og rødgran i nævneværdig grad, da disse træarter kun sjældent er genstand for epidemiske angreb. Det er derimod meget sandsynligt, at andre træarters tilvækstvariationer er noget prægede af sådanne angreb. Douglasgranens tilvækst

kan være nedsat efter nålefald som følge af sodskimmelangreb i 1940'erne, og ædelgranens tilvækst er måske præget af luseangreb. Om sådanne angreb *har* nedsat tilvæksten, lader sig imidlertid ikke afgøre af materialet. Douglasgranens lave tilvækst i 1940—43 og i 1947 kan meget vel skyldes de klimatiske forhold i disse år, men det kan ikke udelukkes, at også sodskimmelangreb kan have spillet en rolle. Tilvækstnedgang som følge af sodskimmelangreb i 1947 er konstateret af *Thulin* (1949) og *Lundberg* (1952).

Man må nære mistanke om, at egens tilvækstvariationer er påvirkede af de ofte forekommende afløvninger. *Friis* (1906) har meddelt, at årringene på en egeprøveflade på Barritskov kun var halvt så store i perioden 1896—1906 som i den foregående 10-års periode, og at denne tilvækstreduktion var sammenfaldende med en periode med stærke larveangreb. *Ording* (1931) omtaler lignende tilvækstreduktioner i Sydnorge. *Wellenhofer* (1948) (citeret efter *Huber* m. fl. (1949)) og *Carbonnier* (1951) har påvist tilvækstreduktioner som følge af afløvninger på eg. Sidstnævnte forfatter fandt for en 52-årig periode, at tilvæksten på 12 egeprøveflader i år uden afløvninger havde et gennemsnitligt årringsindeks på 109 ± 1,5 og i år med afløvninger 92 ± 1,5, altså en ret betydelig og sikkert bestemt forskel.

Som anført af *Ording* (1941) kompliceres sagen ved, at insekt- og svampehærgninger, lige så vel som træernes tilvækst, påvirkes af de klimatiske forhold. Et godt eksempel herpå er det af *Thulin* (1949) beskrevne nålefald hos douglasgran.

VI. ÅRRINGSVARIATIONER HOS BEVOKSNINGER AF FORSKELLIG PROVENIENS.

Mere end halvdelen af det danske skovareal er bevokset med indførte træarter. Ved bestemmelse af sådanne arters årlige tilvækstvariationer og disses klimaafhængighed er det af betydning at undersøge, om variationerne er ensartede for bevoksninger af forskellig proveniens.

Når man tager i betragtning, at bevoksninger af visse provenienser af rødgran, skovfyr, douglasgran, sitkagran, eg, m. v. opnår en fortrinlig udvikling i Danmark, medens bevoksninger af andre provenienser af de samme arter gror dårligt eller ligefrem bukker under for sygdomme på grund af vantrivsel, synes det ikke på forhånd udelukket, at tilvækstvariationerne lige så vel som løvspring, skudmodning m. v. er afhængige af proveniensen.

Jeg har derfor undersøgt bevoksninger af nogle kendte provenienser af rødgran og skovfyr. Rødgranen er — i lighed med vor anden hovedtræart bøgen — eksempel på en art, hvor bevoksninger af alle prøvede provenienser synes sunde, men dog opnår en noget forskellig tilvækst, medens skovfyrren er blandt de arter, der er opspaltet i en række provenienser, der her i landet giver bevoksninger, som både har forskellig tilvækst og forskellig sundhedstilstand.

Af størst betydning for det foreliggende arbejde er det at undersøge rødgranens forhold, da der af denne træart er indsamlet et stort materiale til bedømmelse af årringsvariationernes afhængighed af lokalitet, alder m. v. Bøgematerialet danner grundlag for lignende undersøgelser; men det er ikke sandsynligt, at der er undersøgt bøgebevoksninger af udenlandsk herkomst.

1. Rødgran.

Materialet stammer fra de i 1917—18 anlagte proveniensforsøg i afdelingerne 55 og 79 på Nødebo statsskovdistrikt. *Bornebusch* (1935) har beskrevet forsøgene, og nedenstående oplysninger er taget fra hans afhandling.

Desværre er proveniensangivelserne for parcellerne af mellemeuropæisk proveniens ikke ret nøjagtige. Det vides ikke, hvor højt over havet frøet er indsamlet, og de meddelte klimatal giver derfor kun en grov orientering om forholdene på hjemstedet.

Afd.	Proveniens	Hjemstedets		
		årsnedbør mm	temperatur ° C.	
			Året	Juli
55	Tavastehus, Finland (61°N, 24° 30'Ø)	600	4,2	17
»	Villestrup, Himmerland ***)	700	6,8	15,3
»	Gribskov, Nordsjælland ***)	660	7,4	16,6
»	Smolensk, Rusland (55°N, 34°Ø)	5-600	4,5	19,5
»	Harz (52°N, 11°Ø)	12-1400	c. 6	c. 14
»	Steinkjer*), Norge (64°N, 11° 30'Ø)	740	4,3	14,6**)
79	Wiesemhof, Letland (57° 35'N, 26° 2'Ø)	600	5	18
»	Gribskov, Nordsjælland ***)	660	7,4	16,6
»	Thüringen (51°N, 11°Ø)	8-1200	c. 6	c. 15
»	Schwarzwald (48°N, 8°Ø)	9-1400	c. 7	c. 16

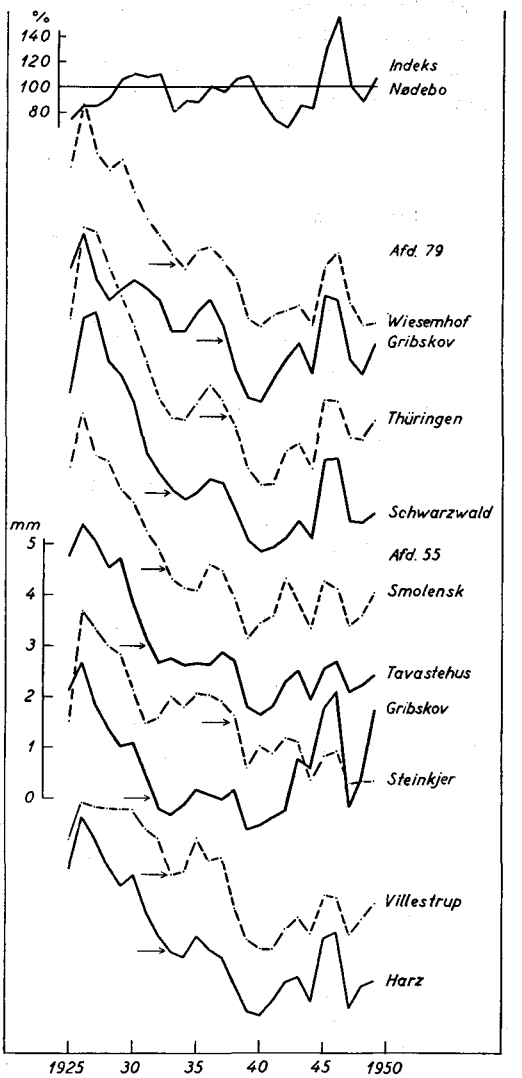
*) Er ikke omtalt i Bornebusch's beskrivelse af afd. 55.
**) Juni.
***) *Danish. Origin unknown.*

Der undersøgtes borspåner af 12 prøvetræer af hver proveniens. Middelårringsbredderne er indlagt på figur 20.

Kurvernes forløb er ret ensartet for alle provenienser, begyndende med en tilvækststigning fra 1925 til 26 og med minima i 1934, 1940, 1944 og 1947—48 og maksima i 1926, 1935—36, 1942—43 og 1945—46.

Der er dog en del mindre forskelle mellem kurvernes forløb hos de forskellige provenienser; men forskellene er ikke større, end at man kunne tro, at de skyldes tilfældige variationer hidrørende fra for lille prøvetræantal og forskelle i hugststyrke og hugstår, der desværre ikke har kunnet oplyses.

Vi har tidligere undersøgt samvariationen mellem kurver ved korrelationsanalyse, men det lader sig ikke godt gøre i dette tilfælde, da årringsbreddens fald med alderen er meget stort og forskelligt for provenienserne. Man kan derfor ikke til dette formål med rimelighed benytte samme alderskurve, og individuelle alderskurver kan kun indlægges med meget stor usikkerhed på grund af den korte undersøgelsesperiode. I stedet er variationer-



Figur 20. Middelårringsbredder for proveniensforsøg med rødgran, Nødebo. Målestokforholdet er det samme for alle provenienser. (Skalaen gælder for Tavastehus). Pilene markerer årringsbredde = 3 mm. Øverst er til sammenligning indtegnet årringsindeks for gran, Nødebo.

Fig. 20. Mean ring-widths in provenance experiments with Norway spruce, Nødebo. The trees were planted in 1917—18. The provenance indications will be found in the Table, page 103, each provenance being represented by 12 sample trees. The scale is the same for all provenances (the scale applies to Tavastehus). The arrows denote ring-width = 3 millimetres. At the top of the figure, tree-ring indices for Norway spruce, Nødebo, will be found, for comparison.

Tabel 16. Proveniensforsøg i rødgran, Nødebo statsskovdistrikt. Sammenligning — ved hjælp af modløbstal — mellem de forskellige proveniensers tilvækstvariationer.

Table 16. Provenance experiments with Norway spruce. Nødebo Forest District. Comparison (Zahl der Gegenläufigkeiten (Huber, 1943)) of the increment variations of the various provenances.

Proveniens *Provenance*	Afd. 79 Letland *Compartment 79*	» Gribskov »	» Thüringen »	» Schwarzwald »	Afd. 55 Smolensk *Compartment 55*	» Tavastehus »	» Steinkjer »	» Gribskov »	» Villestrup »	» Harz »
Afd. 79 Letland *Compartment 79*	×	2½	2½	2	6	4	8	7	6	4
» » Gribskov	2½	×	3	4½	6½	6½	11	6½	6	4½
» » Thüringen	2½	3	×	2½	4½	6½	8	7½	5	4½
» » Schwarzwald	2	4½	2½	×	6	6	8½	7	7½	4
Afd. 55 Smolensk *Compartment 55*	6	6½	4½	6	×	8	6½	7	7½	6
» » Tavastehus	4	6½	6½	6	8	×	6½	7	4½	4
» » Steinkjer	8	11	8	8½	6½	6½	×	7½	8	6½
» » Gribskov	7	6½	7½	7	7	7	7½	×	6½	3
» » Villestrup	6	6	5	7½	7½	4½	8	6½	×	5½
» » Harz	4	4½	4½	4	6	4	6½	3	5½	×
Sum *Total*	42	51	44	48	58	53	70½	59	56½	42

ne fra år til år sammenlignet ved optælling af det antal gange, hvori to kurver har modsat retning (den ene opadgående, den anden nedadgående — hvis den ene kurve er vandret, er det regnet for ½), i overensstemmelse med den af *Huber* (1943 og 1952 b) angivne fremgangsmåde til bestemmelse af modløbstallet (Zahl der Gegenläufigkeiten).

Resultatet af sammenligningen fremgår af tabel 16, hvoraf det ses, at parcellerne af tysk proveniens viser en høj grad af overensstemmelse (helt overensstemmende retningsforandringer på kurverne ville give værdien 0), og at granerne af lettisk herkomst også viser god overensstemmelse med de tyske. Rødgranerne af den nordligste proveniens, Steinkjer, viser den største uoverensstemmelse med de øvrige, medens graner fra Harz, Letland og Thüringen, der ligger nærmest midten af den undersøgte del af

rødgranens udbredelsesområde, viser bedst overensstemmelse med granerne af de øvrige provenienser, hvilket man netop måtte vente, hvis forskellene mellem provenienserne skal forklares ved, at rødgranens klimareaktioner er modificerede efter hjemstedets klimatiske forhold.

Som vist (side 154 f.) er rødgranens tilvækst i første række afhængig af nedbøren i vækståret. Ser vi bort fra de danske „provenienser", hvis oprindelse man intet sikkert ved om, så er tilvækstvariationerne i de særlig *nedbørsrige* år i den undersøgte periode:

1927: Thüringen- og Schwarzwald-granerne har særlig stor tilvækst.

1930: Harz-granerne har særlig stor tilvækst.

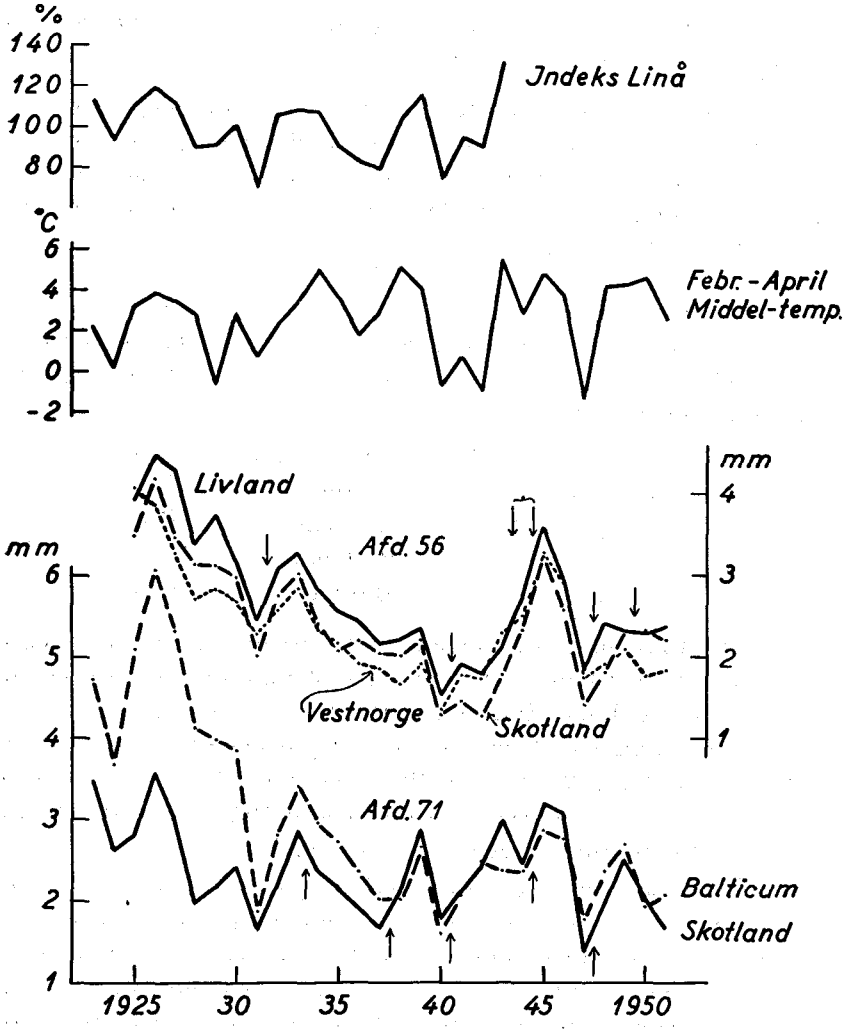
1935—36—37: Steinkjer- og Tavastehus-kurverne har et ret fladt forløb, medens de øvrige kurver har tydeligere stigning efter de nedbørsfattige år 1933—34.

1945—46: Steinkjer- og Tavastehus-kurverne har de mindste stigninger efter de nedbørsfattige år 1943—44 og de mindste fald mod de nedbørsfattige år 1947—48.

Det ser altså ud til, at bevoksninger frembragt af frø af mellemeuropæiske rødgraner, der er vant til høj nedbør, giver større udslag for stor nedbør end bevoksninger af de nordlige provenienser Steinkjer og Tavastehus.

Resumé: *De undersøgte rødgranbevoksninger, der stammer fra meget forskellige klimaområder, har stort set ensartede tilvækstvariationer, idet de store tilvækstmaksima og -minima genfindes hos bevoksninger af alle provenienser. Det er åbenbart artsbestemt, hvilke klimafaktorer der spiller den største rolle for tilvækstens størrelse på en given lokalitet. Det må derfor antages at være uden større betydning for det foreliggende arbejde, at de undersøgte rødgranbevoksningers proveniens er ukendt, navnlig da man sikkert kan regne med, at den allerstørste del af de til dette arbejde undersøgte bevoksninger er af mellemeuropæisk oprindelse, og der synes at være overordentlig ringe forskel mellem tilvækstvariationer hos de undersøgte bevoksninger af kendt mellemeuropæisk proveniens.*

Der er dog små forskelle i variationerne hos bevoksninger frembragt af frø fra fjerntliggende områder, og disse forskelle



Figur 21. Middelårringsbredder for proveniensforsøg med skovfyr, Silkeborg statsskovdistrikt. Pilene markerer gennemhugninger. De 2 øverste kurver er årringsindeks for skovfyr i Linå Vesterskov og middeltemperaturen for februar-april (Silkeborg).

Fig. 21. Mean ring-widths in provenance experiments with Scotch pine, Silkeborg State Forest District, each provenance being represented by 10 sample trees. The experiment was established in 1914—16. The arrows denote thinnings. The two uppermost curves are tree-ring indices for Scotch pine in Linå Vesterskov (Holmsgaard, 1945) and the mean temperature of February-April (Silkeborg).

optræder på en sådan måde, at det synes berettiget at slutte, at der er tale om reelle forskelle fremkommet ved rødgranens tilpasning til sit hjemsteds klimatiske forhold.

Det foreliggende materiale muliggør dog ikke nogen indgående analyse af disse forhold, da den undersøgte periode er kort, og tilvækstens aftagen med stigende alder er stor, hvad der (sammen med hugstreaktioner!) tilslører de klimabetingede tilvækstvariationer betydeligt.

2. *Skovfyr.*

Materialet er fra proveniensforsøgene i afdelingerne 56 og 71 i Silkeborg Nordskov (beskrevet af *Løfting* 1951) og omfatter følgende provenienser:

Afd. 56,	proveniens:	Livland,	plantet	1916
„ „,	„ :	Vestnorge,	„	1916
„ „,	„ :	Skotland,	„	1915
„ 71[1]),	„ :	Balticum,	„	1914
„ „,	„ :	Skotland,	„	1914

Ved sammenligning mellem de 2 parceller med skotsk og de 2 parceller med baltisk fyr kan man skønne over størrelsesordenen af de tilfældige afvigelser i tilvækstvariationerne.

Middelårringsbredderne for de 10 prøvetræer fra hver parcel fremgår af figur 21, hvorpå tillige er indlagt årringsindeks for skovfyr i Linaa Vesterskov (*Holmsgaard* 1945) og middeltemperaturen for februar—april. Figuren viser:

1. Der ses ikke at være nogen systematisk forskel mellem årringsvariationerne hos baltisk, vestnorsk og skotsk skovfyr. De afvigelser, der findes mellem de enkelte parceller, er ikke større, end de let kan forklares ved hjælp af træernes individuelle variationer (herunder hugstreaktioner). *Wiedemann* (1948) har heller ikke fundet nogen forskel imellem højdetilvækstens variationer hos 8 skovfyrprovenienser.

2. De undersøgte skovfyrprovenienser har årringsvariationer, der stemmer godt overens med variationerne hos skovfyrren i Linaa Vesterskov, hvad man også måtte vente, da afstanden mellem de to lokaliteter kun er 6 km.

---

[1]) Campinefyrren er ikke undersøgt, da den ikke danner sluttet bevoksning.

3. Da der ikke er undersøgt andet skovfyrmateriale, er det naturligt at omtale klimaafhængigheden på dette sted. Den tidligere fundne overensstemmelse (*Holmsgaard* l. c.) mellem februar—april temperaturen og skovfyrrens tilvækst (r = + 0,64) var kun baseret på sammenligninger af tilvækst og klimaforhold for en 25-årig periode. Tilvæksten i de 8 år, der er forløbet siden da, viser også ganske god overensstemmelse med februar—april temperaturen, hvilket bekræfter pålideligheden af den fundne sammenhæng. Det er navnlig iøjnefaldende, at temperaturminimet i 1947 ledsages af et tilsvarende tilvækstminimum.

I nævnte afhandling søgtes denne sammenhæng mellem skovfyrrens diametertilvækst og temperaturen forklaret ved, at lave luft- og jordtemperaturer i det tidlige forår vanskeliggør vandoptagelsen, og at skovfyrren måske dels som følge af svækkelse ved udtørring i kolde år (jfr. beskrivelsen af udtørringsfænomener side 77 hos *Løfting* 1951 a), dels som følge af afkortning af vækstperioden producerer mindre, når februar—april temperaturen er lav. At skovfyrrens vandoptagelse kan begynde meget tidligt, fremgår af, at saftstigningen var begyndt hos alle undersøgte træer i Silkeborg Nordskov, da jeg udtog borspånerne den 29. marts 1952[1]).

Forholdet stemmer i øvrigt godt overens med praktiske erfaringer. *Hauch* og *Oppermann* (1898—1902) skriver: „Skovbrugerne har længe vidst, at skovfyrren trives mindre godt på kolde nordsider end på varme tørre sydhælder." Denne opfattelse deles af vore senere skovfyrspecialister *Helms* (1925) og *Løfting* (1951 a), af hvilke sidstnævnte navnlig har fremhævet jordbundstemperaturens betydning for skovfyrrens trivsel.

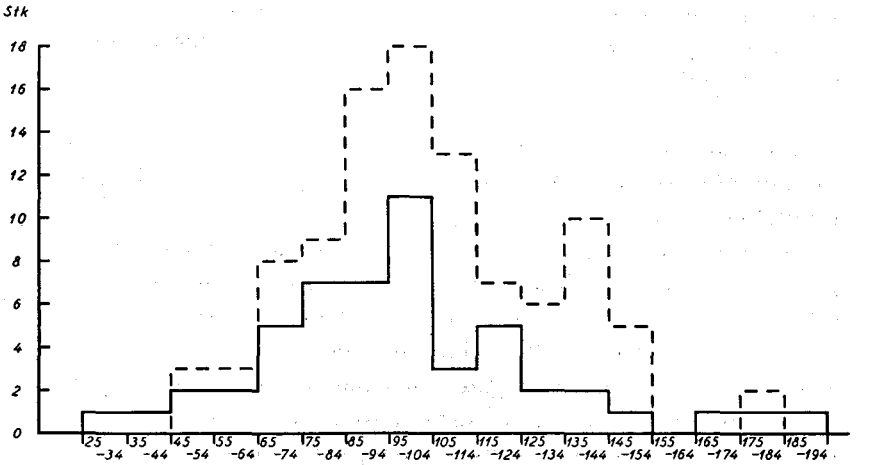
---

[1]) Temperaturforholdene i vinteren 1952 var således: Januar havde noget over normal varme (middeltemperatur for Silkeborg 0,4° C), februar havde en del over normal varme (1,2° C), medens vejret var temmelig koldt i marts (0,6° C), navnlig i månedens sidste del.

VII. ÅRRINGSVARIATIONERNES STØRRELSE PÅ FORSKELLIGE LOKALITETER OG DERES AFHÆNGIGHED AF BEVOKSNINGSALDEREN.

Mange forfattere har fundet, at årringsvariationerne *kan* være meget ensartede selv på vidt forskellige vokseplads er. *Eide* (1926) fandt ingen forskelle i årringsvariationernes retning hos rødgran på fugtig og tør vokseplads. *Kolmodin* (1935) fandt, at skovfyrrens tilvækstvariationer var ensrettede på fugtig og tør bund, men dog størst på sidstnævnte. *Eklund* (1944) og *Mikola* (1950) fandt, at årringsvariationerne hos skovfyr og rødgran var ensrettede i sumpskove og på mineraljord, men dog størst i sumpskovene. Da temperaturen er minimumsfaktoren for de nævnte træarter i Skandinavien, kan disse erfaringer dog ikke overføres til områder, hvor temperaturen ikke er begrænsende faktor, og det er da også fra andre lande meddelt, at vokseplads en kan spille en betydelig rolle for både variationernes størrelse og retning. Som tidligere omtalt fandt *Cieslar* (1907) og *Flury* (1927) forskellige tilvækstreaktioner i lavland og i bjerge, og *Wellenhofer* (1948) (citeret efter *Huber, Jazewitsch, John* og *Wellenhofer* 1949) angiver, at egens tilvækstvariationer er forskellige på fugtig, grundvandspåvirket bund og på tør bund, idet de på førstnævnte sted er temperaturafhængige, på sidstnævnte nedbørsafhængige.

Ruden (1945) skriver, at der må være systematiske forskelle imellem årringsvariationerne hos skovfyr af forskellige aldersklasser, idet samvariationen (målt ved korrelationskoefficienten) mellem træer af nærliggende alder er større end imellem træer af meget forskellig alder. De forskelle, *Ruden* fandt, var dog små, og han konkluderer, at man for skovfyrrens vedkommende trygt kan slå årringsmaterialer med temmelig stor aldersforskel sammen. De relative årringsvariationer hos skovfyrmaterialet fra den

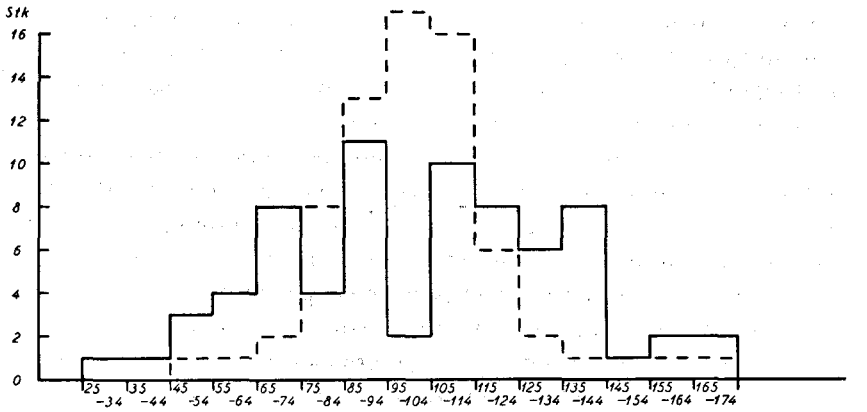


Figur 22. Fordeling af procentiske middelåringsbredder for rødgran, Vallø.

Aldersklasse 10—19 år 1.3 — — — — ;
aldersklasse 30—39 år 1.3 ————.

Fig. 22. Distribution of percentual mean ring-widths for Norway spruce, Vallø.

Age-class 10—19 years at breast-height — — — — ;
Age-class 30—39 years at breast-height ————.
Stk. = number.



Figur 23. Fordeling af procentiske middelåringsbredder for bøg, Vallø.

Aldersklasse 60—69 år 1.3 — — — — ;
aldersklasse 100—109 år 1,3 ————.

Fig. 23. Distribution of percentual mean ring-widths for beech, Vallø.

Age-class 60—69 years at breast-height — — — ;
Age-class 100—109 years at breast-height ————.
Stk. = number.

finske rigsskogstaksering er svagt stigende med stigende alder (*Ruden* l. c.), og *Mikola* (1950) har fundet noget tilsvarende for prøvefladematerialer af skovfyr.

Selv om ensartetheden i tilvækstvariationerne er det mest iøjnefaldende træk i kurverne på fig. I og II, kan der dog også umiddelbart ses visse forskelligheder.

Pamhule skov og Nybøl-Brogård plantager (Gram distrikt) ligger ca. 30 km fra hinanden med Studsbøl plantage omtrent midt imellem sig. Ved betragtning af årringsindeksene for gran for disse tre lokaliteter (figur II) vil man se, at Gram-indeksene, der repræsenterer den dårligste vokseplads, har de største årlige variationer, hvad man også måtte vente, da et tørt år må virke særlig voldsomt på en jord med dårlig vandhusholdning.

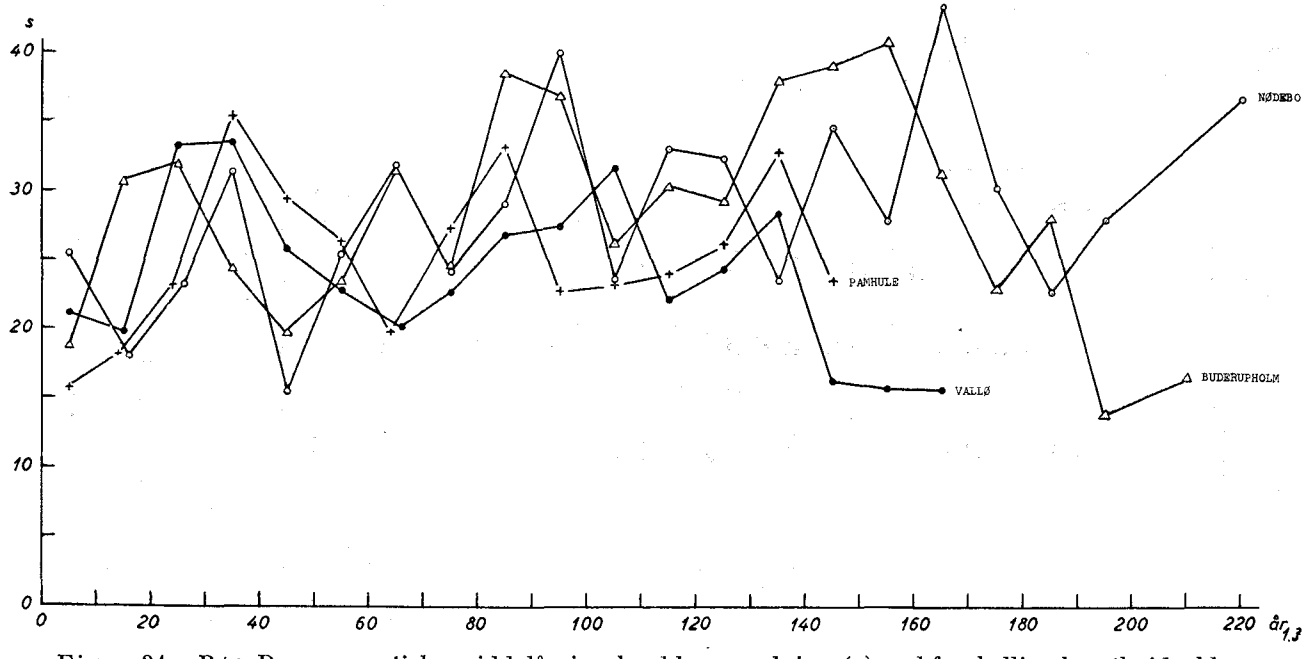
Ved sammenligning af bøgeindeksene fra Vallø (figur I) ser man let, at de gamle bevoksninger (indeks III) har større tilvækstvariationer end de yngre bevoksninger.

I det følgende vil vi samtidig se på de forskelle, der er mellem årringsvariationernes størrelse på de forskellige bøge- og granlokaliteter, og på de forskelle, der på den enkelte lokalitet forårsages af forskellig bevoksningsalder. Som det fremgår af figur 22 og 23, er de procentiske middelårringsbredder med tilnærmelse normalt fordelt, og vi kan da bruge spredningen (s)[1]) som udtryk for årringsvariationernes størrelse. Der er overalt i det følgende kun tale om relative variationer, som disse kan bestemmes af alderskorrigerede materialer.

For hver lokalitet er hver bevoksnings række af procentiske middelårringsbredder opdelt i stykker på 10 efter brysthøjdealder: 0—9 år $_{1.3}$, 10—19 år $_{1.3}$ etc., og på grundlag af alle de procentiske middelårringsbredder, der falder i en aldersklasse, er den procentiske middelårringsbreddes spredning beregnet. Metoden er ikke helt uangribelig, idet f. eks. en bevoksning, der har utypisk lave årringsbredder i en 10-års periode, ved anvendelse af en alderskurve med fast form vil få lave procentiske middelårringsbredder i denne periode, og en sådan bevoksning vil derfor forøge aldersklassens spredning. Det samme vil en bevoksning med utypisk store årringsbredder gøre. Da der i de fleste

---

[1]) $s = \pm \sqrt{\frac{\Sigma v}{n-1}}$, hvor n er antallet af observationer og v den enkelte observations afvigelse fra middeltallet.



Figur 24. Bøg. Den procentiske middelårringsbreddes spredning (s) ved forskellige brysthøjdealdre.
Fig. 24. Beech. The standard deviation (s) of the percentual mean ring-width at different breast-height ages (år1.3).

Tabel 17. Den procentiske middelårringsbreddes spredning (s); (n = antal observationer i klassen).

Aldersklasse år 1.3 *Age class Years at breast height*	Bøg *Beech*									Gran *Spruce*							
	Vallø		Nødebo		Buderup-holm		Pamhule		Alle lokal. *All sites*	Vallø		Nødebo		Buderup-holm		Pamhule	
	n	s	n	s	n	s	n	s	s	n	s	n	s	n	s	n	s
0—9	12	21.2	27	25.5	4	18.8	8	15.7	23.9	74	20.1	46	26.1	53	19.4	30	31.0
10—19	60	19.8	60	17.9	29	30.7	30	18.1	21.4	100	27.1	80	23.0	70	21.0	70	22.6
20—29	69	33.3	60	23.3	53	32.0	57	23.1	28.3	68	25.1	76	26.1	70	22.8	70	17.5
30—39	70	33.5	60	31.4	61	24.4	60	35.4	31.4	52	32.4	60	16.4	70	22.7	70	19.1
40 - 49	70	25.8	60	15.4	70	19.7	60	29.4	23.6	36	33.6	60	20.3	67	26.3	70	18.2
50—59	70	22.8	60	25.4	70	23.5	60	26.3	24.4	8	38.9	58	26.3	51	25.6	70	23.0
60—69	70	20.1	59	31.9	70	31.5	60	19.8	26.6			48	21.9	24	27.0	65	31.3
70—79	70	22.7	50	24.2	70	24.6	60	27.3	24.8			36	34.8	11	20.4	32	30.3
80—89	70	26.8	49	29.1	70	38.5	60	33.2	32.5			12	26.7			13	32.1
90—99	70	27.4	37	40.0	69	36.8	60	22.8	32.0								
100—109	70	31.7	30	23.7	60	26.2	50	23.3	27.3								
110—119	67	22.2	30	33.1	60	30.4	50	24.1	26.8								
120—129	26	24.4	27	32.4	60	29.3	50	26.2	29.0								
130—139	19	28.4	21	23.6	52	38.0	46	32.9	34.1								
140—149	10	16.2	20	34.6	50	39.1	21	23.6	36.3								
150—159	10	15.7	17	27.9	43	40.8			40.9								
160—169	6	15.6	10	43.4	31	31.3			33.8								
170—179			10	30.3	20	23.0			29.4								
180—189			10	22.8	20	28.1			27.4								
190—199			10	28.0	10	13.9			34.4								
≧ 200			40	36.7	20	16.6			35.8								

aldersklasser forekommer adskillige bevoksninger, vil der hyppigt være en eller flere af disse, der har et unormalt aldersforløb, og de anførte spredninger er derfor større, end hvis man havde arbejdet med alderskurver, hvis form var bestemt af den enkelte bevoksnings særlige tilvækstforløb. Som tidligere nævnt medfører sådanne alderskurver imidlertid andre ulemper.

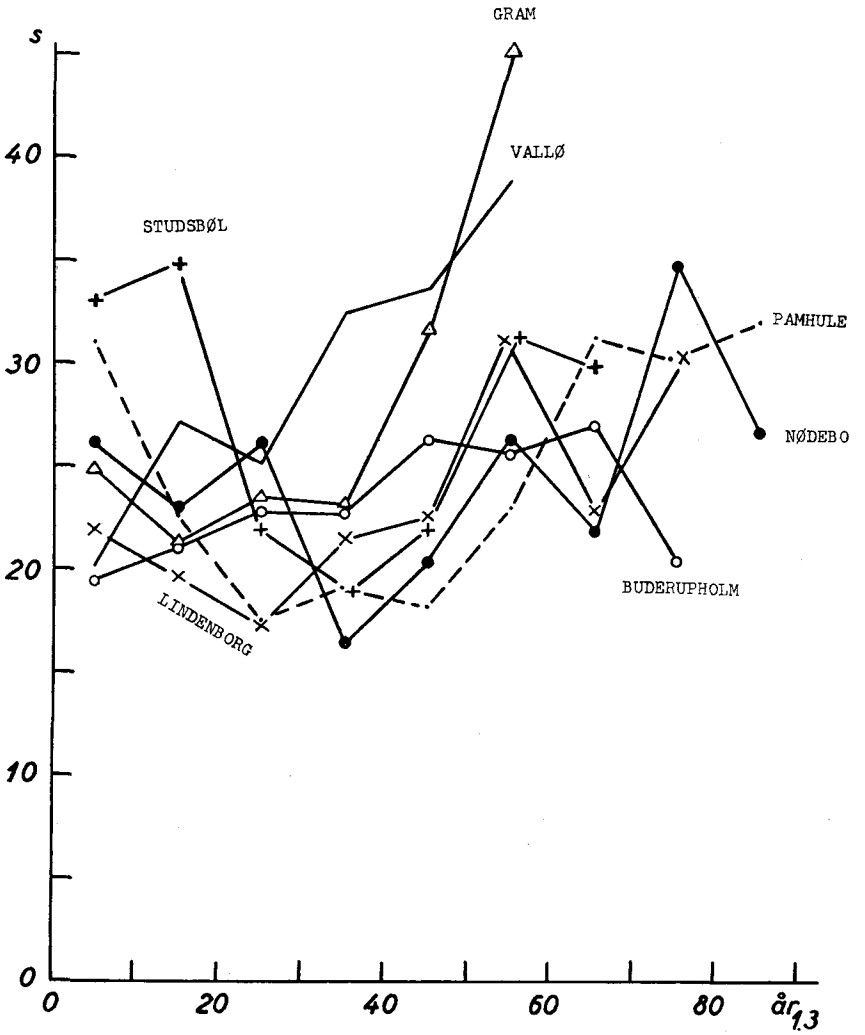
Når man blot gør sig klart, at de spredninger, der beregnes som foran beskrevet, er større, end hvad man ville finde, hvis de beregnedes på grundlag af de enkelte bevoksninger (eller på grundlag af årringsindeks, hvor der er sket en udjævning af de afvigende aldersforløb), synes det rimeligt at anvende disse spredninger til skøn over alderens og lokalitetens indflydelse på

Table 17. Standard deviations of the percentual mean ring-width; (n = number of observations in the class).

Aldersklasse år 1.3 *Age class Years at breast height*	Gran *Spruce*							Eg *Oak*		Ask *Ash*		Rødel *Alder*		Ædelgran *Silver fir*	
	Studsbøl		Gram		Lindenborg		Alle lokal. *All sites*	Vallø						Buderupholm	
	n	s	n	s	n	s	s	n	s	n	s	n	s	n	s
0—9	32	33.0	49	24.9	30	21.9	24.4	26	21.9	19	20.9	21	30.2	33	16.7
10—19	70	34.8	70	21.3	58	19.6	25.0	87	29.0	66	15.3	50	22.0	60	20.2
20—29	70	21.9	70	23.5	60	17.3	22.5	90	22.7	70	20.4	60	25.0	60	15.6
30—39	69	18.9	70	23.2	60	21.5	22.3	85	19.3	65	22.4	60	30.5	60	23.4
40—49	60	21.9	55	31.7	60	22.6	24.6	70	24.8	57	20.8	60	32.6	57	17.6
50—59	45	31.3	18	45.2	55	31.2	29.1	70	23.0	50	14.7	60	33.2	11	39.6
60—69	26	29.9			38	22.9	27.8	60	22.4	40	28.9	57	29.0		
70—79					9	30.3	30.8	60	21.3	10	24.4	40	31.6		
80—89							29.8	57	24.2			23	36.9		
90—99								39	16.4			17	40.3		
100—109								22	18.4			10	18.0		
110—119								15	21.4			10	31.8		
120—129												10	25.1		
130—139												10	29.2		
140—149															
150—159															
160—169															
170—179															
180—189															
190—199															
≧ 200															

årringsvariationernes størrelse. Dog kan der ikke tillægges spredninger beregnet på grundlag af tal fra en enkelt eller et par bevoksninger stor vægt. De fundne spredninger er anført i tabel 17 og indlagt på figurerne 24—26.

Variationerne i spredningens størrelse er store fra aldersklasse til aldersklasse indenfor samme lokalitet, og man får kun et uklart billede af forskelle mellem lokaliteterne. Af granlokaliteterne skiller Gram og Vallø sig tydeligt ud fra de øvrige ved at have større spredning. For bøgens vedkommende er der en tendens til, at Buderupholm ligger højt og Vallø lavt (kun materiale fra gruppe III er medtaget).



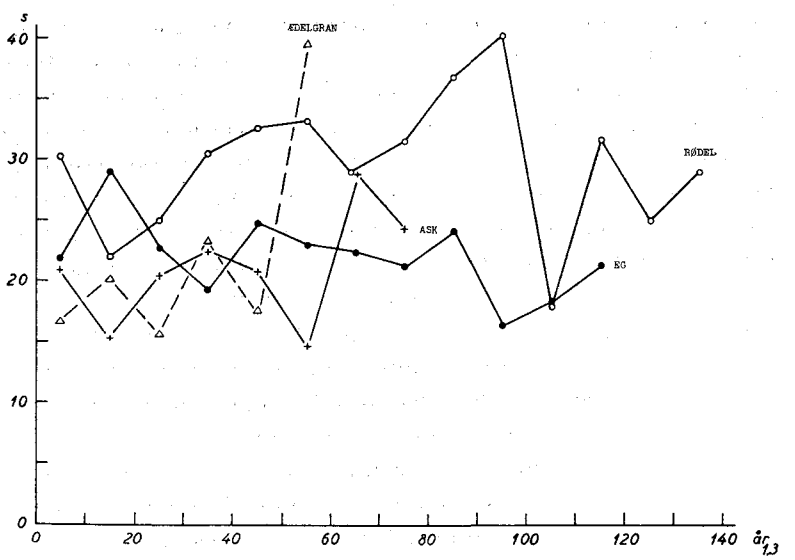
Figur 25. Rødgran. Den procentiske middelårringsbreddes spredning (s) ved forskellige brysthøjdealdre.

Fig. 25. Norway spruce. The standard deviation (s) of the percentual mean ring-width at different breast-height ages (år 1.3).

Hos bøgen synes spredningen at stige omtrent retliniet med stigende alder. Hos granen falder spredningen — i hvert fald for nogle lokaliteter — indtil en brysthøjdealder på ca. 30 år for herfra at stige med stigende alder. Det er svært at sige, om faldet i de unge år er reelt, idet de variationer i den procentiske middelårringsbredde, der skyldes brug af en alderskurve med fast form, vil blive størst i bevoksningernes yngste og ældste år, hvad der vil forøge spredningen her.

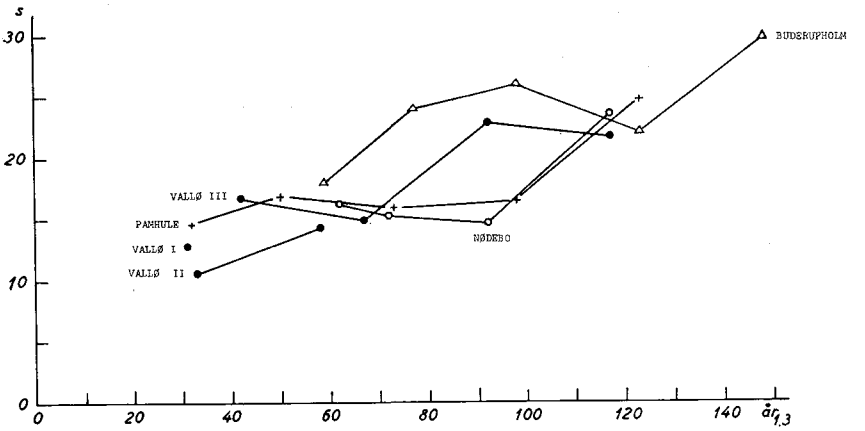
Af de andre træarter viser egen ikke nogen stigende spredning med alderen, medens der hos de øvrige arter synes at være en svag stigning. Rødellens tilvækstvariationer er påfaldende store; medens egens og askens er ret små.

Da figurerne 24—26 kun giver et uklart (og måske noget fortegnet) billede af årringsvariationernes afhængighed af alder og vokseplads, er det forsøgt at supplere billedet ved undersøgelse af variationerne i årringsindeksene.



Figur 26. Ask, eg, rødel (Vallø) og ædelgran (Buderupholm). Den procentiske middelårringsbreddes spredning (s) ved forskellige brysthøjdealdre.

Fig. 26. Ash (ask), oak (eg), alder (rødel) and Silver fir (ædelgran). The standard deviation (s) of the percentual mean ring-width at different breast-height ages (år 1.3).



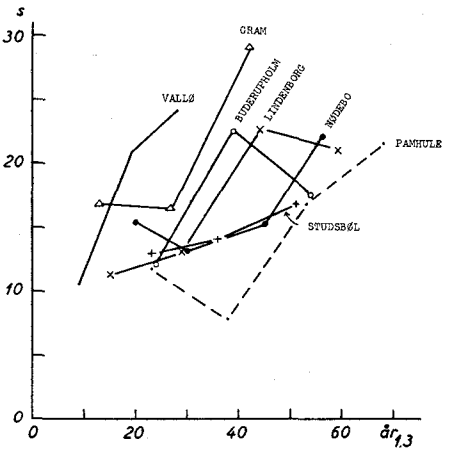
Figur 27. Bøg. Indeksværdiernes spredning (s) som funktion af gennemsnitlig brysthøjdealder for de indgående bevoksninger.

Fig. 27. Beech. The standard deviation (s) of the index values as a function of the average breast-height age (år1.3) for the stands examined.

For bøg er indeksværdiernes spredning beregnet af 25 års perioder (1925—49, 1900—24 o. s. v.), idet der kun er medtaget perioder, i hvilke hvert år indeholder 4 eller flere bevoksninger, således at bevoksningernes individuelle variationer, herunder også variationer fremkommet ved ufuldstændig alderskorrektion, for størstedelen er eliminerede. Da middelafvigelsen er beregnet i forhold til periodens faktiske gennemsnit (ikke 100), er også eventuelle langtidige hugstindflydelser og langtidige klimavariationer til dels eliminerede, hvorved vi naturligvis kommer til betydelig mindre spredning end på figur 24. De beregnede spredninger er på figur 27 indlagt som funktion af middelalderen[1]).

Det er en svaghed ved den anvendte fremgangsmåde, at perioderne indgår på omtrent samme alderstrin ved de fire gamle indeksserier, da eventuelle størrelsesforskelle i vejrligets variationer herved vil virke systematisk. For Vallø indgår dog perioden 1925—49 med tre punkter, der alle tre ligger tæt ved den linie, hvorom alle punkterne samler sig, hvad der tyder på, at

[1]) Hvor nogle bevoksninger kun indgår i en del af perioden, er middelalderen beregnet med vægt efter det antal år, hvori bevoksningerne indgår.



Figur 28. Rødgran. Indeksværdiernes spredning (s) som funktion af gennemsnitlig brysthøjdealder for de indgående bevoksninger.

Fig. 28. Norway spruce. The standard deviation (s) of the index values as a function of the average breast-height age (år1.3) for the stands examined.

figur 27 giver et tilforladeligt billede af årringsindeks' spredning som funktion af middelalderen for de indgående bevoksninger. Ifølge figur 27 skulle spredningen ved en brysthøjdealder på 60 år være ca. 15 procent og ved 130 år ca. 25 procent.

Der synes ikke at være nogen større forskel mellem de 4 undersøgte lokaliteter. Måske er variationerne på Buderupholm dog lidt større end på de andre lokaliteter.

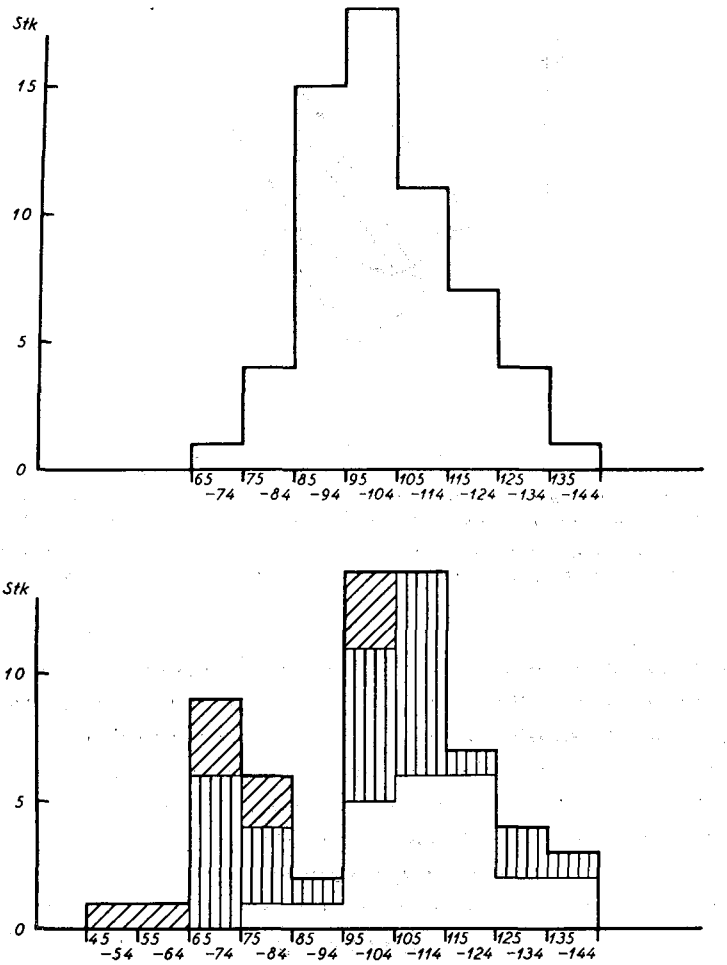
Indeksværdiens variationer er undersøgt på tilsvarende måde for rødgran. Dog er der på grund af de korte serier anvendt 15-årige perioder ved beregning af spredningerne, der er indlagt på figur 28.

Alle rødgranmaterialerne har stigende spredning med stigende alder. Forholdene er noget forskellige på de forskellige lokaliteter. Kurverne fra Vallø og Gram ligger (ligesom på figur 25) et godt stykke over de øvrige, medens de 5 andre lokaliteter ikke afviger særlig meget fra hinanden. Man kan dog dele lokaliteterne i følgende tre grupper efter faldende spredning:

Vallø (bonitet 1,3), Gram (bonitet 4,2)

Lindenborg (bonitet 2,3), Buderupholm (bonitet 2,0), Nødebo (bonitet 1,7)

Studsbøl (bonitet 1,6), Pamhule (bonitet 1,2).



Figur 29. Bøg, Vallø. Øverst: Fordeling af indeksværdier i tidsrummet 1888—1948 for gruppe II (tabel II, II) (mellemaldrende bevoksninger). — Nederst: Fordeling af indeksværdier i tidsrummet 1888—1948 for gruppe III (tabel II, III) (gamle bevoksninger). Skrå skravering er store oldenår, lodret skravering er 1. og 2. år efter stort oldenår samt år med sprængolden.

Fig. 29. Beech, Vallø. At top: Distribution of index values in the period 1888—1948 for group II (Table II, II) (middle-aged stands). At bottom: Distribution of index values in the period 1888—1948 for group III (Table II, III) (old stands). Oblique shading indicates years rich in seeds; vertical shading indicates 1st and 2nd years after such years as well as years with small amounts of seed.

Den bedste granbonitet har altså de mindste årlige tilvækstvariationer, og spredningen stiger mere og mere, jo dårligere boniteten bliver. Vallø danner dog en bemærkelsesværdig undtagelse, idet Vallø-granernes relative årlige tilvækstvariationer er lige så store som variationerne i en hedeplantage. En mulig forklaring på dette forhold er givet side 158.

Hvad er nu grunden til, at årringsvariationernes størrelse tiltager med alderen?

Vi har tidligere set, at oldenbæringen påvirker bøgens tilvækst meget, og for denne træart kan frøsætningen forklare de større tilvækstvariationer i gamle bevoksninger. På figur 29 er vist indeksværdiernes fordeling for Vallø II og III for perioden 1888—1948 (se side 82 angående valget af denne periode). Det fremgår af figuren, at indeksværdierne for de år i indeks III, hvis tilvækst formodes at være upåvirkede af frugtsætning, har samme spredning (14.6) som indeksværdierne fra indeks II (13.8), hvorfor det forekommer naturligt at forklare spredningens aldersforløb som et resultat af frugtsætningen. Dette modsiges heller ikke af figur 24 og 27, idet de herpå indlagte værdier lige så vel kan udjævnes ved en kurve, der er vandret indtil 50—60 år, som ved en ret linie.

Da det, så vidt man kan skønne af materialet, først og fremmest er oldenbæringen, der er skyld i de stigende tilvækstvariationer med stigende alder, kan man udmærket slå bøgematerialer af forskellig alder sammen, hvis man vil bestemme tilvækstens lovmæssige afhængighed af klimatiske faktorer, idet der næppe herved indføres nogen systematisk fejl i bestemmelsen af tilvækstvariationerne. Som tidligere fremhævet, indfører gamle bevoksninger derimod store „tilfældige" variationer på grund af oldenårene, hvorfor gamle bevoksninger ikke vil give et så præcist udtryk for de af klimaet forårsagede ændringer i tilvækstbetingelserne som unge bevoksninger.

Hvorvidt frøsætningen også hos de andre træarter alene kan forklare de med alderen tiltagende årringsvariationer, kan ikke afgøres ved hjælp af det indsamlede materiale; men det er sandsynligt, at frøsætningen er en væsentlig årsag. Man kan dog også tænke sig, at et andet forhold er medvirkende til de tiltagende årringsvariationer:

Tilvæksten udgør en mindre og mindre del af nettoassimilationen med stigende alder (jfr. de af *Møller* (1945) angivne produktionsspektre). Hvis respirationstab, bladtab m. v. er omtrent uafhængige af vejrforholdene — eller afhænger på anden måde af disse end nettoassimilationen, hvilket måske snarere er sandsynligt, idet respirationsprocesser er temperaturafhængige (*Müller* 1948), medens tilvæksten først og fremmest er afhængig af vandforsyningen — så må tilvæksten ved stigende alder, hvor den bliver mindre i forhold til disse størrelser, variere mere fra år til år, såfremt en vis klimapåvirkning udløser samme relative ændring i nettoassimilationen uanset bevoksningens alder. Selv om det ikke hos bøgen er nødvendigt at forudsætte noget sådant for at forklare de med alderen tiltagende tilvækstvariationer, kan forholdet være anderledes for andre arter.

VIII. ÅRRINGSVARIATIONER HOS BØGE FRA EN STÆRKT VINDPÅVIRKET BEVOKSNINGSRAND OG HOS FRITSTÅENDE BØGE.

Ingen klimatisk faktor kan i Danmark ændre skovbilledet i så iøjnefaldende grad som vinden. I de nordlige dele af Jylland antager bøgen på vindudsatte steder ofte karakter af en lav, forvreden troldeskov, og selv på god jord på øerne opnår bøgene væsentlig mindre højder i skovenes vestkanter end længere inde i skoven.

Vore skovtræers årlige tilvækstvariationer synes først og fremmest at være afhængige af nedbørsvariationerne — hvilket nok skal forklares således, at træerne i nedbørsrige år har råd til større fordampning og derfor kan have spalteåbningerne åbne og holde fotosyntesen i gang i længere tid end i nedbørsfattige år. Man må da vente, at tilvækstvariationerne også præges af vindforholdene, idet vinden jo påvirker både fordampning fra jordoverflade og træer og desuden kan forårsage mekaniske beskadigelser af blade og nåle. Da vindpåvirkningens heftighed varierer fra år til år, må den formodentlig modificere træernes reaktioner på nedbørsmængden kraftigere på vindudsatte lokaliteter end på steder, hvor der hersker gode læforhold.

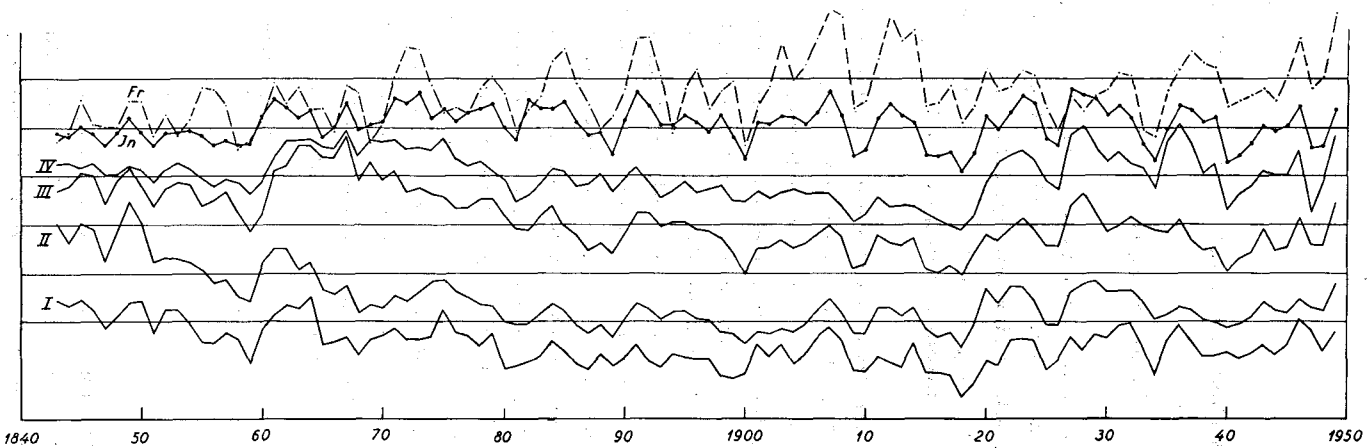
For at få et skøn over, i hvor høj grad en sådan ændring af tilvækstvariationerne finder sted, undersøgtes træer fra den ca. 130 år gamle bøgebevoksning (afd. 232) i vestsiden af Vallø Storskov. Bevoksningens vestkant går omtrent nord—syd.

Der måltes årringe på følgende 4 grupper af træer:

		middelhøjde
I, 7	træer i selve skovkanten	19,4 m
II, 7	„ 15— 20 m fra skovkanten	25,5 „
III, 7	„ 55— 65 „ „ „	31,9 „
IV, 7	„ 155—165 „ „ „	33,6 „

Inde i skoven falder terrænet svagt mod nordøst, og de østligste prøvetræer står derfor under udmærkede læforhold.

Middelårringsbredderne for de 4 grupper er indlagt nederst



Figur 30. Bøg, Vallø. Øverste kurve (Fr) er middelårringsbredde for fritstående træer i Vallø Dyrehave. Næste kurve (In) er indeks III (tabel II, III), og de 4 nederste kurver er middelårringsbredderne for grupperne IV—I i afd. 232. De horisontale linier angiver 2 mm-niveauet for kurverne taget i samme rækkefølge (for kurve In dog 100 %-niveauet). Afstanden imellem linierne er 1 mm (og 50 % for kurve In).

Fig. 30. Beech, Vallø. Uppermost curve (Fr) represents the mean ring-width for 6 isolated trees in Vallø Dyrehave. The next curve (In) is index III (Table II, III), and the lowermost four curves are the mean ring-widths for the groups IV—I in compartment 232, group I sampled in the western border of the forest. The horizontal lines indicate the 2-millimetre level for the curves taken in the same sequence (for curve In, the 100-per cent. level, however). The distance between the lines is 1 millimetre (and 50 per cent. for curve In).

Tabel 18. Modløbstal for bøgemateriale fra Vallø. 50-års perioden 1899—1949.

Table 18. Zahl der Gegenläufigkeiten (Huber, 1943) for beech material from Vallø. The 50-year period 1899—1949.

	Indeks III *Indices III*	Fritstående bøge *Isolated beeches*	Afd. 232, gruppe *Compartmt. 232, group*			
			IV	III	II	I
Indeks III *Indices III*	×	8	8	8	10	12
Fritstående bøge *Isolated beeches*	8	×	16	10	10	14
Afd. 232, gruppe IV *Compt. 232, group IV*	8	16	×	12	14	16
Afd. 232, gruppe III *Compt. 232, group III*	8	10	12	×	7	10
Afd. 232, gruppe II *Compt. 232, group II*	10	10	14	7	×	9
Afd. 232, gruppe I *Compt. 232, group I*	12	14	16	10	9	×

på figur 30, hvor tillige indeks III for Vallø er indlagt til sammenligning.

De årlige variationer er ret ensartede for alle 4 grupper, idet de fleste store maksima og minima findes på alle kurver. Dog er variationerne i gruppe IV påfaldende små i en årrække efter 1900. Modløbstallene (jvf. side 105) fremgår af tabel 18. Man ser heraf, at træerne i skovkanten viser lidt ringere overensstemmelse med indeks III end grupperne III og IV.

Hvis vinden påvirker tilvækstvariationerne, skulle man vente at finde en nogenlunde jævn ændring af kurverne fra gruppe I til gruppe IV, og det ses da også af tabel 18, at gruppe I viser bedst overensstemmelse med gruppe II, dårligst med gruppe IV.

Man kan finde nogle steder på kurverne, hvor disses retning ændres gradvis fra gruppe I til III—IV. Det sker for årene:

1877—78
1880—81
1909—10
1913—14
1925—26
1928—29
1939—40
1947—48

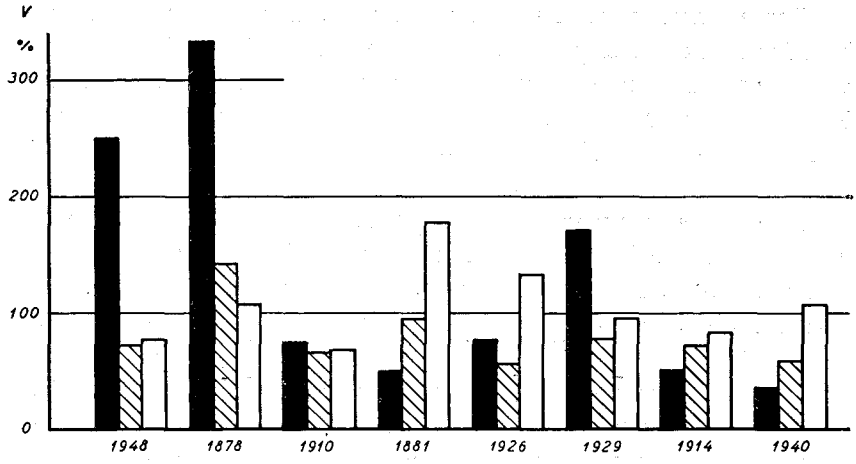
Tabel 19. Middelårringsbredder (△ R) og sum af vindstyrker (Σ V) for par af år, i hvilke middelårringsbredden ændres nogenlunde jævnt fra gruppe I til II til III og IV i bøg, Vallø afd. 232.

Table 19. Mean ring-widths (△ R) and sum of wind forces (Σ V) for pairs of years in which the mean ring-width changes fairly evenly from Group I to II to III and IV in Beech, Vallø, Compartment 232.

	Vallø afd. 232 *Vallø, Compartment 232*								Σ V*) for vinde fra SW, WSW, W, WNW og NW *Σ V*) for winds from SW, WSW, W, WNW and NW*					
	Gruppe I *Group I*		Gruppe II *Group II*		Gruppe III *Group III*		Gruppe IV *Group IV*		16.—31. maj *May 16 to 31*		Juni *June*		Juli *July*	
År *Year*	△ R mm	I % af foregående år *In % of preceding year*	△ R mm	I % af foregående år *In % of preceding year*	△ R mm	I % af foregående år *In % of preceding year*	△ R mm	I % af foregående år *In % of preceding year*	Σ V	I % af foregående år *In % of preceding year*	Σ V	I % af foregående år *In % of preceding year*	Σ V	I % af foregående år *In % of preceding year*
1877	1.72		1.50		2.35		2.20		6		19		30	
1878	1.50	87	1.35	90	2.51	107	2.29	104	20	333	27	142	32	107
1880	1.02		1.00		2.19		1.92		14		21		23	
1881	1.10	108	0.95	95	1.91	87	1.48	77	7	50	20	95	41	178
1909	1.00		0.75		1.10		1.05		16		29		41	
1910	0.97	97	0.74	99	1.18	107	1.20	114	12	75	19	66	28	68
1913	1.06		1.11		1.57		1.40		33		64		41	
1914	1.55	146	1.28	115	1.71	109	1.38	99	17	51	46	72	34	83
1925	1.00		0.94		1.56		1.88		13		43		18	
1926	1.21	121	0.94	100	1.52	97	1.70	90	10	77	24	56	24	133
1928	1.41		1.75		2.64		3.04		7		79		76	
1929	1.71	121	1.82	104	2.25	85	2.57	85	12	171	62	78	72	95
1939	1.27		0.99		1.51		2.23		11		34		44	
1940	1.35	106	0.87	88	1.01	67	1.29	58	4	36	20	59	47	107
1947	1.82		1.27		1.57		1.24		4		36		30	
1948	1.39	76	1.20	94	1.56	99	1.85	149	10	250	26	72	23	77

*) Observationstid kl. 14. Fra 1913 er vindstyrken angivet efter en skala fra 0—12.
Før 1913 efter en 0—6 skala.

*) *Observation time: at 2 p.m. From 1913 the wind force is indicated according to a scale from 0 to 12.*
Before 1913, according to a scale from 0 to 6.



Figur 31. Sum af vindstyrker med SW-NW retning udtrykt i procent af samme størrelse året før (V). Sorte søjler = perioden 16.—31. maj, skråskraverede søjler = perioden 1.—30 juni og lyse søjler = perioden 1.—31. juli. Årene er ordnet i rækkefølge fra venstre mod højre efter stigende middelårringsbredde på gruppe I (træerne i bevoksningskanten) i forhold til gruppe III—IV i Vallø afd. 232.

Fig. 31. The sum of wind forces of direction SW—NW, expressed in per cent. of the same value the preceding year (V). Black columns = the period 16th to 31th May. Shaded columns = the period 1st to 30th June. White columns = the period 1st to 31st July. The years are arranged in sequence from left to right according to increasing mean ring-width on group I (the trees in the border of the stand) in relation to groups II—IV at Vallø, compartment 232, ref. Table 19 and Fig. 30.

For disse år er middelårringsbredderne for de 4 grupper anført i tabel 19.

Nu vil der jo altid ved sammenligning af sådanne kurver over en lang årrække kunne pilles kurvestykker ud, der af rent tilfældige grunde afviger fra hinanden på en nærmere angivet måde, og det må derfor undersøges, om de regelmæssige ændringer, som udtrykkes i tabel 19, viser nogen sammenhæng med den faktor — nemlig vinden — som er under mistanke for at være skyld i regelmæssigheden.

Som udtryk for vindforholdene er benyttet de meteorologiske årbøgers vindberetninger for København. I tabel 19 er anført summen af vindstyrkerne for vinde med retningerne SW, WSW, W, WNW og NW i perioderne 16.—31. maj (hvor bøgen normalt står med nyudfoldede blade og formodentlig har et meget stort fordampningstab), og juni og juli måneder (hvor størstedelen af tilvæksten finder sted).

For at man lettere kan sammenligne tallene, er både årringsbredderne og vindstyrkeværdierne for det sidste af de parvis undersøgte år angivet i procent af værdierne i det første af årene. På figur 31 er de fundne relative tal for vindstyrke ordnede fra venstre mod højre efter *stigende* tilvækst på gruppe I i forhold til gruppe IV.

Man ser af figuren, at vindforholdene er i stand til at forklare de omtalte forskelle i kurveforløbene. Årene længst til højre og længst til venstre er jo af størst betydning, da de største (og derfor mindst tilfældige) afvigelser forekommer her. Der er en tydelig tendens til, når tilvæksten på de vindudsatte træer i gruppe I og II er steget i forhold til tilvæksten på grupperne III og IV, at vindforholdene så er mildnede i forhold til det foregående år. Særlig synes vindstyrkerne i slutningen af maj at øve en afgørende indflydelse på tilvæksten.

Årene 1909—10 passer ikke ind i sammenhængen. Forskellene mellem de 4 kurver er ringe i 1909—10 — mindst af de undersøgte 8 tilfælde — og skyldes måske tilfældigheder ved prøveudtagelsen. 1909 var et stort oldenår, og forskellig oldenbæring i de 4 grupper kan måske også være skyld i disse års placering på figuren. Der indgår dog også oldenår i flere af de andre undersøgte tilfælde.

Vi kan altså konstatere, at *stærkt vindudsatte træer har årringsvariationer, der ligner variationerne i beskyttede bevoksninger meget, idet de store minima og maksima fremtræder ensartet under begge forhold*[1]*, men vindpåvirkningen på den udsatte lokalitet ændrer dog årringsvariationerne påviseligt.*

Professor *A. Howard Grøn* opfordrede mig under undersøgelsen til at have opmærksomheden henledt på fritstående træers tilvækstvariationer. Hvis disse nemlig har ganske samme variationer som træer i bevoksninger, kunne man bruge fritstående træer som måleobjekt og derved undgå hugstreaktioners forstyrrende indflydelse og det heraf følgende øgede krav til materialets størrelse. Jeg har dog kun undersøgt årringsvariationerne hos

---

[1]) Noget ganske lignende fandtes ved sammenligning mellem variationerne i bøgeindeksene for Buderupholm og årringsbredderne for bøgene i den stærkt vindpåvirkede Troldeskov i afd. 265 på Buderupholm. Prøvetræerne herfra var ca. 190 år, havde en højde på 12,9 m (bonitet ca. 6) og en årringsbredde på ca. halvdelen af årringsbredden hos de øvrige undersøgte bevoksninger på Buderupholm.

fritstående træer fra en enkelt lokalitet, nemlig Vallø Dyrehave, hvor årringsbredderne blev målt på 6 bøge. Af disse var kun 2 helt fritstående; de andre berørte med deres kroner et andet træ, men de har formodentlig alle været praktisk taget fritstående i meget lang tid. Kun på et af træerne (det tyndeste) kunne alderen bestemmes. Den var ca. 300 år i brysthøjde.

Middelårringsbredden for de 6 bøge er indlagt øverst på figur 30. Det ses, at overensstemmelsen med indeks III, Vallø, på en vis måde er god, idet retningsændringerne fra år til år er temmelig ensartede hos de 2 kurver; men udsvingene er dog langt større hos de fritstående bøge end hos træerne i de sluttede bevoksninger[1]). De store udsving skyldes først og fremmest oldenbæringen.

Hvis man klassificerer middelårringsbredden hos de fritstående træer i årene 1888—1949 på samme måde som gjort for indeks III side 90, kommer man til følgende:

		Gennemsnit af middelårringsbredder, mm
a.	10 år med landolden	1.11
b.	7 år: 1. år efter landolden (de 3 resterende år medregnet under d)	1.54
c.	7 år: 2. år efter landolden (de 3 resterende år medregnet under d)	1.96
d.	14 år: med mindre oldenfald	1.75
e.	24 år, hvis tilvækst antages at være upåvirket af oldenbæring	2.46

Årringsbredden i de store oldenår har altså gennemgående været nedsat med

$$\frac{(2.46 - 1.11) \cdot 100}{2.46} = 55\ \%$$

hvilket er meget mere end hos de undersøgte gamle bevoksninger fra Vallø, men svarer nogenlunde til den største tilvækstreduktion på figur 19.

---

[1]) Målestoksforholdet for indeks III på fig. 30 svarer til træer med en gennemsnitlig årringsbredde på 2 mm. Da de fritstående bøge i de sidste 100 år har haft en gennemsnitlig årringsbredde på 1,79 mm, er indeks III's variationer afsat lidt for store til sammenligning med de fritstående bøges variationer.

Da de omtalte bøge er meget gamle, er de ikke særlig velegnede til at afgøre, om man med fordel kan anvende fritstående træer til undersøgelse af, hvorledes de gennemsnitlige tilvækstvariationer er i sluttede bevoksninger; problemet bør undersøges nærmere.

Flere forhold gør det dog sandsynligt, at man vil indføre systematiske fejl ved at anvende fritstående træers tilvækstvariationer som udtryk for bevoksningers klimabetingede tilvækstvariationer:

1. Frøbæringen er ofte kraftigere (sikkert også hyppigere) og begynder tidligere på fritstående træer end i bevoksninger.

2. Fritstående træer kan — selv om de ikke er påvirkede af hugster — dog udmærket være genstand for andre ikke-klimatiske påvirkninger, der ændrer tilvæksten (ændringer i grundvandstanden, ændringer i beskaffenheden af den omgivende vegetation (forskellig afgræsning), med hvilken træerne konkurrerer om vand og plantenæringsstoffer). Flere steder — hvor der ikke er impliceret store oldenår — forløber kurven for de fritstående Vallø-bøge anderledes end kurverne for alle tre serier Vallø-indeks, og i 1920'erne er kurven for de fritstående bøge påfaldende lav i sammenligning med Vallø-indeksene.

3. Vi har set, at vinden har større indflydelse på årringsvariationerne i en vindudsat bevoksningsrand end i det indre af en bevoksning. Formodentlig øver vinden da også en større indflydelse på årringsgangen hos fritstående træer end hos træer i bevoksninger.

Hvorvidt sådanne systematiske fejl er af en størrelsesorden, der betyder noget for praktiske formål, kan kun yderligere undersøgelser afgøre.

IX. OM ANVENDELSE AF ÅRRINGSINDEKS TIL KORREKTION AF TILVÆKSTUNDERSØGELSER.

Årringsanalyser kan give oplysninger om træernes reaktioner på klimatiske variationer og derigennem bidrage til kendskabet om træernes livskrav, men de kan også bruges til mere praktiske formål, nemlig til korrektion af tilvækstundersøgelser, således at de indvundne resultater får større anvendelighed.

Et blik på kurverne på figur I—III gør det klart, at tilvæksten ikke alene er meget forskellig fra år til år, men også ret forskellig i 5- eller 10-års perioder (jvf. figurerne 38 og 39 og *Holmsgaard* 1945). I de af *Ording* (1941) undersøgte norske materialer var *middelafvigelsen* mellem tilvækstbestemmelser baseret på 2 sammenstødende 10-årsperioder 18—24 % for fyr og 10—16 % for gran.

Med de særlig korte udhugningsmellemrum, der benyttes her i landet, vil tilvæksten derfor alene af klimatiske årsager kunne variere meget kraftigt fra en udhugningsperiode til den næste, ligesom den vil kunne variere betydeligt fra en planperiode til den næste.

Ved tilvækstbestemmelser, der udføres med det formål at skønne over den fremtidige tilvækst (planlægningsarbejder, weiserprocentundersøgelser), vil der være stor risiko for, at man skønner for lavt, hvis den undersøgte periode har haft en dårlig tilvækst, og for højt, hvis perioden har haft en særlig god tilvækst, og årringsindeksene viser, at man må regne med en bred fejlmargen ved at antage, at tilvæksten i 2 perioder bliver den samme. „Selvsagt kan det forekomme, at summen eller resultatet av de klimatiske vekstvilkår i en takseringsperiode på det nærmeste kan tilsvare summen eller resultatet av de klimatiske vekstvilkår i en etterfølgende periode. Men dette finner kanskje sted bare i 1 av 10 tilfelle. I alle andre situasjoner vil jevnføring av tilveksten i to forskjellige driftsperioder være forbundet med

en reel og principiell feil så lenge korreksjoner for vekstklimaet ikke innføres." (*Ording* 1941).

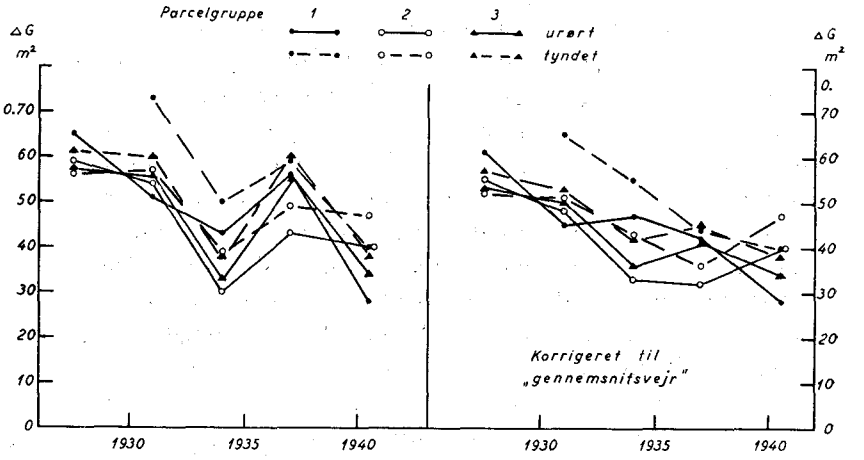
Det bedste skøn over fremtidig tilvækst må være baseret på, at klimaet i den kommende periode bliver af gennemsnitlig godhed, og dette skøn kan opnås ved korrektion af den målte tilvækst med gennemsnittet af indeksværdierne i den undersøgte periode. *Ruden* (1935) har foreslået, at der med nogle års mellemrum skulle udarbejdes de fornødne korrektionsfaktorer. Det vil dog ikke være noget helt lille arbejde at à jourføre årringsindeksene; thi vel kan man med et ringe antal årringsmålinger bestemme et års godhed i forhold til de umiddelbart foregående år; men som følge af aldersvirkninger, langtidige hugstvirkninger m. v. kræves der et stort materiale for at bestemme dets godhed i forhold til den gennemsnitlige tilvækstmulighed.

Det er velkendt, hvorledes tilvæksten bestemt som differens mellem to prøvefladamålinger svinger stærkt fra periode til periode, selv om prøvefladamålingerne må anses for at være veludførte. Det kunne tænkes, at disse svingninger i væsentlig grad skyldtes klimavariationerne, og ved planlæggelsen af undersøgelsen nærede jeg håb om, at dens resultater ville gøre det muligt at eliminere en betydelig del af sådanne svingninger.

Undersøgelse af det af *Løvengreen* (1951 c) fremlagte materiale for grundfladetilvæksten hos bøg på forsøgsvæsenets prøveflader ligesom undersøgelse af andre af forsøgsvæsenets prøvefladamaterialer viser imidlertid, at klimakorrektioner med de af mig fremstillede årringsindeks ikke nedsætter grundfladetilvækstens variationer i synderlig grad, hvorfor de stærkt svingende tilvæksttal fra vore faste prøveflader i første række må tilskrives tilfældige fejl ved prøvefladamålingerne[1]).

I forsøgsvæsenets udhugningsforsøg i 100—120-årig bøg i Århus kommunes skove (*Henriksen* 1951 a) er der 3 parcelgrupper og i hver af disse 2—4 urørte parceller og 2—7 tyndede parceller. Danner man middeltal af grundfladetilvæksterne for hver af de 3 × 2 grupper (som gjort i *Henriksens* tabel III), får man

[1]) Årringsindeksene er naturligvis heller ikke fejlfri; men for gamle bøgebevoksninger og granbevoksninger kan korrektionerne udføres ved hjælp af middelkurverne nederst på figur I og II, og disse kurvers tilfældige fejl er ikke stor i sammenligning med de klimabetingede tilvækstvariationers størrelse.



Figur 32. Årlig grundfladetilvækst (△G) for bøg i Århus-forsøget. Til venstre de målte tilvækster; til højre er disse korrigeret for klimatiske forskelle imellem måleperioderne. Korrektionen er udført ved hjælp af værdierne på nederste kurve i fig. I.

Fig. 32. Annual basal area increment (△G) for beech in the Århus experiment (Henriksen 1951 a). To the left the measured increments; to the right these are adjusted in respect of climatic differences between the measuring periods. Adjustment made by means of the values in the lowermost curve of Fig. I.

Explanation: Parcelgruppe = Group of sample plots.
urørt = No thinnings.
tyndet = Thinned.

de i venstre del af figur 32 viste værdier. Hvis disse korrigeres med middeltallene af de 4 indeksrækker for gamle bøge (nederste kurve på figur I), således at tilvæksttallene reduceres til et „gennemsnitsvejr" for alle perioder, får man værdierne i højre side af figur 32. Det ses umiddelbart, at kurvetypen i højre side af figuren vil være bedre egnet til flere formål (f. eks. undersøgelse over sammenhængen mellem alder, grundflade og grundfladetilvækst) end kurverne i venstre side.

Når Århus-forsøgets tilvækstkurver forbedres så iøjnefaldende ved klimakorrektionen, medens tilvæksttal fra *enkelte* prøveflader ikke forbedres synderligt — undertiden endog bliver endnu mere springende — skyldes det, at de tilfældige fejl i Århusforsøget er nedbragt ved middeltalsdannelsen. Hvorvidt det er umagen værd at klimakorrigere tilvæksttal fra faste prøveflader afhænger åbenbart af, om man kan forbedre prøvefladamålingens nøjagtighed enten ved forbedring af måleteknikken eller ved

middeltalsdannelse af tilvæksttal fra flere prøveflader. Sidstnævnte udvej ligger jo lige for på skovdistrikter, hvor tilvækstkalkulerne baseres på løbende kontrolmålinger.

De nævnte store tilfældige fejl på tilvækstbestemmelsen ved prøvefladamålinger er grunden til, at man ved forsøgsarbejder, hvor tilvækstbestemmelsen er af primær betydning, går bort fra målinger af faste prøveflader eller supplerer disse med tilvækstbestemmelser udført ved boring og topskudsmåling. Den af *Løvengreen* her i landet genoplivede stammeanalysemetode er et sådant forsøg på at komme udenom de langvarige og lidet nøjagtige bestemmelser af tilvækstgangen på faste prøveflader.

Ved undersøgelser af årringsgangen på borspåner eller skiver til opstilling af mere eller mindre indgående stammeanalyser indgår de klimabetingede tilvækstvariationer med stor tydelighed i tilvækstbestemmelserne. Korrektion af disse er særlig påkrævet, hvis man vil sammenligne tilvækster fra *forskellige* kortvarige perioder.

Sådanne korrektioner bør principielt udføres ved hjælp af materiale fra andre bevoksninger (og helst flere sådanne); thi hvis denne forsigtighedsregel ikke overholdes, risikerer man at eliminere en del af de tilvækstvariationer, der skyldes den behandling, som bevoksningen har været genstand for, og som det er undersøgelsens formål at belyse. De fremstillede årringsindeks vil kunne bruges til korrektion af tilvækstundersøgelser af denne art.

De vil også kunne bruges til datering af tømmer og måske derved tjene historiske eller kriminalistiske formål.

Side 170 er angivet, hvorledes man ved hjælp af meteorologiske observationer kan danne sig et skøn over bøgens relative tilvækst i 10-års perioder.

X. KLIMAVARIATIONER OG ÅRRINGSVARIATIONER.

Træernes tilvækst[1]) påvirkes af mange ydre faktorer, først og fremmest af mængden af tilgængelige næringsstoffer i jorden, af dennes vandholdende evne og af en række klimatiske faktorer: Temperaturen, lyset, nedbøren, luftfugtigheden, vinden, m. v. Med hensyn til den måde, hvorpå disse faktorer påvirker de processer, der tilsammen bestemmer stofproduktionens størrelse, henvises til plantefysiologiske lærebøger (*Boysen Jensen* 1938, *Müller* 1948 og *Lundegårdh* 1949).

Eksperimentelle undersøgelser over, hvorledes ændringer i en af de nævnte klimatiske faktorer påvirker skovtræernes tilvækst, er næppe mulige eller i det mindste meget vanskelige at gennemføre med træer på de udviklingstrin, hvor tilvæksten har en praktisk forstlig betydning. Man er derfor henvist til at gøre iagttagelser over, hvorledes de i naturen forekommende klimatiske forskelligheder påvirker tilvæksten.

Man kan få en vis orientering herom gennem træarternes udbredelse og trivsel på forskellige lokaliteter (jvf. *Dengler* 1935). Særlig gælder dette i bjergegne, hvor der indenfor korte afstande findes store temperatur- og nedbørsforskelle. Denne orientering vanskeliggøres dog af, at træarternes naturlige forekomst i høj grad er betinget af konkurrencen imellem arterne og derfor afhængig af disses skyggegivende og skyggetålende evne, frugtsætning, forskellige næringsbehov m. v. *Hauch* og *Oppermann* (1898—1902), *Oppermann* (1905), *Hauch* (1919—23) har forsøgt at bedømme vore træarters klimatiske fordringer ud fra deres trivsel i forskellige egne af landet.

Direkte og sikrere oplysninger om, hvordan de klimatiske forhold påvirker tilvæksten på en vis lokalitet, kan man få gen-

---

[1]) Der er her som overalt i det følgende kun tale om diametertilvækst. Vi har dog set (side 55 f.), at diametertilvæksten med god tilnærmelse er udtryk for massetilvæksten udtrykt i *rumenheder*.

nem sammenhørende iagttagelser af den årlige tilvækst og de meteorologiske faktorer. Da disse kan optræde i en mangfoldighed af kombinationer, er det dog også ved sådanne iagttagelser vanskeligt at isolere den enkelte faktors indflydelse, og faktorer med ringe indflydelse eller faktorer, som kun varierer lidt fra år til år, kan man ikke vente at få oplyst noget nævneværdigt om ad den vej.

Sådanne undersøgelser er navnlig blevet udført på to måder:

1. Man kan i nogle år måle, hvor stor en del af tilvæksten der afsættes i visse brøkdele af vegetationsperioden, og undersøge, om der er nogen sammenhæng imellem de meteorologiske forhold i disse brøkdele af perioden og størrelsen af den afsatte tilvækst. Om undersøgelser af denne art henvises til *Holsoe* (1951) og *Ladefoged* (1952).

2. Man kan ved at sammenholde serier af årringsindeks med meteorologiske data skaffe sig lange rækker til sammenligning. Ved hjælp af sådanne rækker kan man dels undersøge, hvorvidt ekstreme meteorologiske forhold har påvirket tilvæksten, dels kan man ved grafiske eller beregningsmæssige fremgangsmåder skaffe sig udtryk for størrelsen og sikkerheden af en eventuel funktionel sammenhæng imellem forskellige meteorologiske størrelser og tilvæksten. Hovedparten af alle udførte årringsundersøgelser indeholder i en eller anden form et sådant forsøg på at finde ud af, hvilke klimatiske faktorer der særlig spiller en rolle for tilvækstvariationerne.

Begge metoder har deres fordele og mangler. Af manglerne ved den førstnævnte må navnlig fremhæves de korte årrækker og få træer, som man af praktiske grunde har måttet indskrænke sig til at arbejde med, og den heraf følgende vanskelighed ved at skelne imellem autonome og inducerede tilvækstvariationer. Manglerne ved den sidstnævnte metode skyldes særlig, at man må skaffe sig et udtryk for et helt vækstårs godhed og derfor er nødt til at arbejde med middeltal eller andre grove udtryk for de meteorologiske forhold på meteorologiske stationer, der tilmed ofte ligger langt fra de undersøgte bevoksninger.

Mine egne undersøgelser over sammenhængen imellem de meteorologiske forhold og årringsindeksene findes i afsnit c. Jeg har fundet det rigtigst at undersøge de principielle forhold,

og jeg har derfor behandlet *alle* grupper af materialer i stedet for at indlade mig på en meget detailleret analyse af enkelte materialer. Det er iøvrigt langt fra sikkert, at en mere indgående analyse med mere spekulative kombinationer af forskellige klimafaktorer ville have kunnet uddybe billedet væsentligt. Derimod er det ret sikkert, at jeg ved en sådan fremgangsmåde ville have løbet en større risiko for at forveksle tilfældigheder i materialet med årsagssammenhæng.

Jeg håber ikke, at den matematiske fremstillingsform i afsnit c vil forlede nogen til at tro, at de meteorologiske forholds indflydelse på tilvæksten kan forklares *alene* ved hjælp af månedsmiddeltal for nedbør og temperatur. Visse principielle forhold kan belyses ad den vej, men det er klart, at f. eks. en vis juni-nedbør målt med en regnmåler i det fri vil have en forskellig indflydelse på træernes tilvækst, efter som den falder som nogle få kraftige byger, eller det regner lidt hver dag, og næsten al regnen bliver hængende i trækronerne og fordamper herfra.

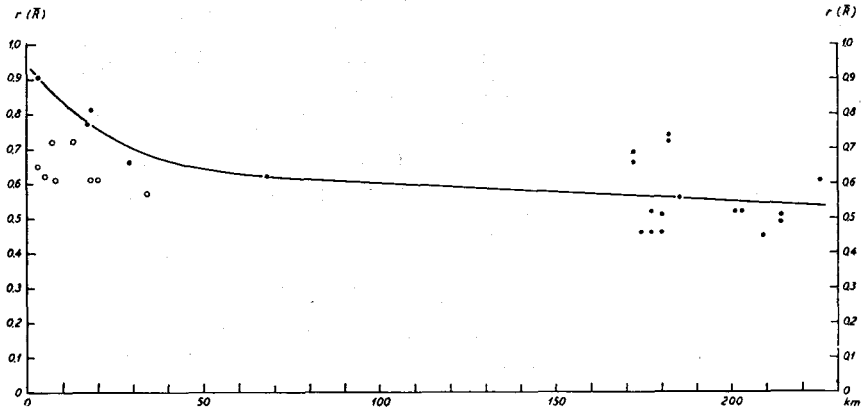
Jeg har efter evne søgt at klarlægge de store linier for de træarter og lokaliteter, jeg har undersøgt, og jeg håber, at mine læsere har samme opfattelse som *A. D. Hall* (citeret efter *Bondorff* 1939):

„The object of the scientific man should be to lay down principles which the practical man in his turn must learn to apply to his own conditions; success is only possible when he too does some thinking."

1. Hvor høj korrelation kan man vente at finde mellem årringsvariationer og meteorologiske observationer?

Årringsvariationerne er reaktioner på vejrforholdene netop på det sted, hvor træerne står. Hvis observationsstedet for de meteorologiske størrelser ligger langt fra de undersøgte træers vokseplads, er det klart, at der bliver stor chance for, at de observerede meteorologiske variationer er anderledes end dem, træerne har været udsat for.

Temperaturvariationer og nedbørsvariationer forholder sig i denne henseende noget forskelligt, idet de førstnævnte er temmelig ensartede indenfor ret store områder, medens nedbørsvariationerne her i landet er stærkt lokalprægede. Dette gælder sik-



Figur 33. Mørke punkter og kurven angiver korrelationskoefficienten (r) for samvariationen imellem rødgranindeksene som funktion af afstanden imellem lokaliteterne (perioden 1900—1949). Lyse punkter angiver korrelationskoefficienten ($\bar{R}$) imellem rødgranindeksene og klimatiske faktorer (funktionerne 10 b—15 i tabel 21 og i fodnoten side 156) som funktion af afstanden imellem den benyttede meteorologiske station og de bevoksninger, hvor årringsmaterialet er udtaget.

Fig. 33. Dark spots and the curve indicate the correlation coefficient (r) of the different Norway spruce indices as a function of the distance (in kilometres) between the sampled localities (the period 1900—1949). Blank spots indicate the multiple correlation coefficient (R) for the correlation of the Norway spruce indices and climatic factors (functions 10 b—15 in Table 21 and footnote on page 156) as a function of the distance between the stands sampled for year-ring investigations and the meteorological stations used for comparison. $\bar{R}$-values are never expected to become as high as the values indicated by the curve.

kert navnlig for månederne maj, juni og juli, hvis nedbør spiller en særlig stor rolle for skovtræernes tilvækst[1]).

Ved hjælp af fig. 33 kan man danne sig et skøn over, hvilken rolle afstanden til de benyttede meteorologiske stationer spiller. På figuren er korrelationskoefficienterne (r) for parvis sammenligning mellem de opstillede rødgranindeks (perioden 1900—1949) indlagt som funktion af afstanden imellem lokaliteterne. Det fremgår heraf, at samvariationen i begyndelsen er stærkt faldende, senere svagt faldende. Da rødgranen er en meget nedbørsafhængig træart (jvf. side 154), forklares dette forløb let af, at de byger, der rammer to vilkårlige lokaliteter, i højere og

[1]) Undersøgelser af *Musson* (1903) og *Schantz-Hansen* og *Brown* (1939) har vist, at variationerne i månedsnedbøren målt i regnmålere opstillet med nogle få hundrede meters afstand kan være ret forskellige.

højere grad bliver fælles, jo tættere lokaliteterne ligger ved hinanden. Når man kommer ud på en afstand på omkring 50 km, er bygerne ikke mere fælles, og de fælles tilvækstvariationer, der nu er tilbage, skyldes større meteorologiske foreteelser.

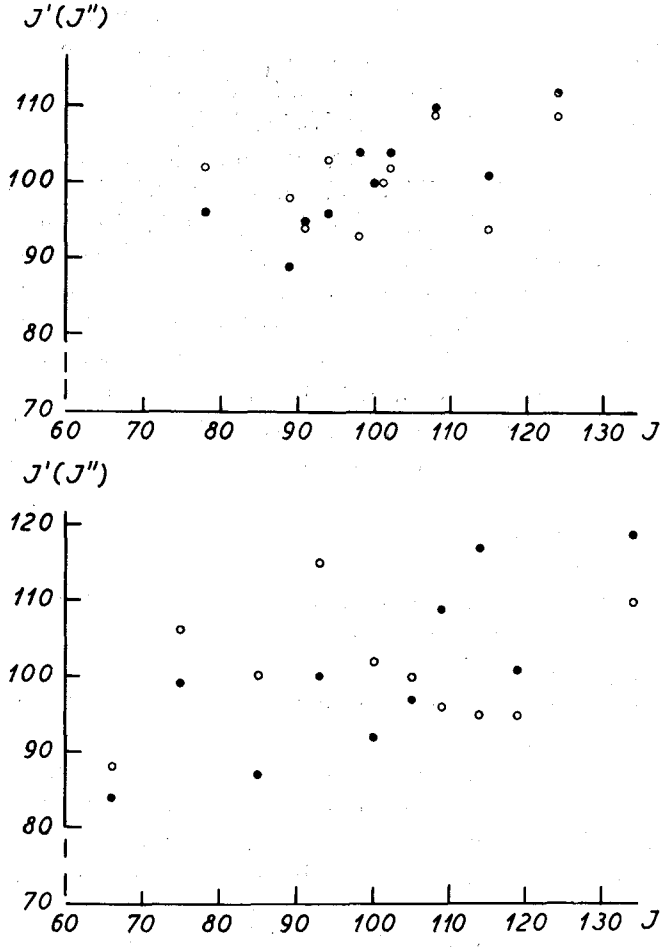
Man kan opfatte en serie årringsindeks som en serie tal, der angiver meteorologiske observationer fra den pågældende lokalitet. Disse observationer er ganske vist ikke angivet i mm nedbør eller Celsius-grader, men de angiver den samlede virkning af de meteorologiske indflydelser på trævæksten i et vækstår. Selv den bedste meteorologiske station vil aldrig kunne give os lige så gode muligheder for at slutte om tilvækstvariationerne på en vis lokalitet som årringsindeks fra bevoksninger i en tilsvarende afstand, idet der i årringsindeksene er korrigeret for de forskelligheder imellem årene, der forårsages af en ujævn nedbørsfordeling, af at en varierende del af vandet bliver hængende i kronerne, af forskellig udspringstid o. s. v. Da endvidere frøår optræder nogenlunde ensartet inden for ikke alt for fjerntliggende lokaliteter, vil dette også bidrage til, at to serier årringsindeks for samme træart voksende under nogenlunde ensartede forhold altid må have større korrelation end en serie årringsindeks og en serie meteorologiske observationer — samme afstand imellem observationsstederne forudsat.

Man kan derfor ikke under danske forhold gøre sig håb om at finde en sammenhæng mellem meteorologiske observationer og årringsvariationer hos en stærkt nedbørspåvirket træart, der når op på niveau med udjævningslinien i fig. 33. Man må være tilfreds, hvis man kan nå op i nærheden af denne linie.

På figur 33 er med cirkler indlagt de multiple korrelationskoefficienter ($\overline{R}$) (se side 145) mellem rødgranindeksene og de meteorologiske faktorer, der viste sig at være af størst betydning for rødgranens tilvækst. Under hensyn til det foran fremførte må den fundne sammenhæng anses for at være særdeles tilfredsstillende. Man sporer samme faldende tendens for stigende afstand til nedbørsstationerne, som man måtte vente ifølge den udjævnende kurve for r-værdierne.

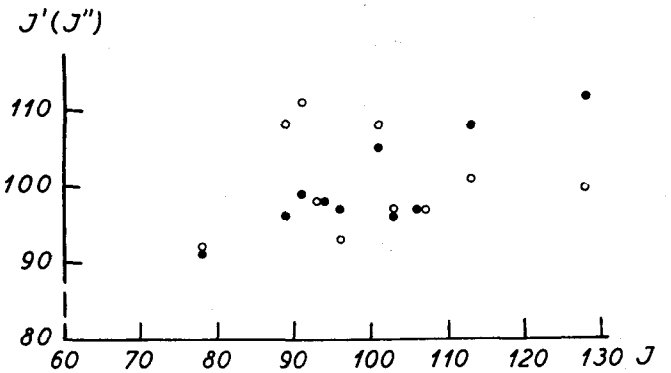
2. Klimatisk eftervirkning.

Af kurverne på fig. I—III ses, at der er en udtalt tendens til, at to eller flere år med stor tilvækst følger efter hinanden og ligeledes til, at der kommer flere dårlige år efter hinanden.



Figur 34. Bøg. Øverst mellemaldrende bevoksninger fra Vallø. (Indeks fra tabel II II). Nederst middel af de 4 serier bøgeindeks baseret på gamle bevoksninger (nederste kurve på figur I). Korrelation imellem indeksværdi (I) og indeks det næste år (I', mørke punkter) og indeks 2 år efter (I" og lyse punkter). Hvert punkt er gennemsnit af 5 værdier — gruppering efter I-værdier.

Fig. 34. Beech. At top, Vallø indices for middle-aged stands (ref. Table II II). At bottom, the average of four beech indices based on old stands (lowermost curve in Fig. I). Correlation of index value (I) and index the next year (I', dark spots) and index the year after next (I", blank spots). Each spot represents the average of five values — grouping according to I-values.



Figur 35. Rødgran. Middel af alle indeksserier. Korrelation mellem indeksværdi (I) og indeksværdi næste år (I', mørke punkter) og indeks 2 år efter (I", lyse punkter). Hvert punkt er gennemsnit af 5 værdier — gruppeinddeling efter I-værdier.

Fig. 35. Norway spruce. Average of all series of indices. Correlation of index value (I) and index value the next year (I', dark spots) and index the year after next (I", blank spots). Each spot represents the average of five values — grouping according to I-values.

På fig. 34 er årringsindeksenes afhængighed af foregående års indeks vist for middeltallene af de 4 serier gamle bøgeindeks og for Vallø indeks II (i begge tilfælde for de sidst målte 50 år). Det ses, at der er en meget tydelig afhængighed hos både de gamle og de mellemaldrende bøge. For de gamle bøgebevoksningers vedkommende kan oldenårene forklare noget af denne afhængighed — men ikke det hele. For de mellemaldrende bevoksningers vedkommende kan oldenbæringen derimod næppe spille nogen rolle.

Af fig. 35 ses, at rødgranen forholder sig på tilsvarende måde som bøgen.

På figurerne er tillige (med åbne cirkler) indlagt årringsindeks som funktion af indeks to år før. Der er ikke nogen tydelig afhængighed. Dette viser, at afhængigheden imellem indeks i et år og det følgende kun i mindre grad kan skyldes lange bølger i indeksrækkerne, idet sådanne langtidsforløb ville give omtrent samme afhængighed ved de to sammenligninger.

Mange forskere har vist, enten at foregående års klima spiller en rolle for tilvæksten, eller at denne har en tilbøjelighed til at forblive på et opnået niveau. (Se f. eks. *Douglass* (1914 og 1919), *Huntington* (1914 og 1925), *Wiedemann* (1925 og 1948), *Weck* (1948 a) og *Müller-Stoll* (1951)).

Tabel 20. Middeltemperatur og middelnedbør ifølge „Danmarks Klima“ for de benyttede meteorologiske stationer.

Tables 20. Mean temperature and mean precipitation according to „Danmarks Klima“, for the meteorological stations used.

Lokalitet for årringsundersøgelse *Site of tree-ring investigations*	Anvendt meteorologisk station *Meteorological station used*	Afstand til station km *Distance to station km*	Middeltemperatur (°C) *Mean temperature (°C)*												
			Jan. *Jan.*	Feb. *Feb.*	Marts *March*	April *April*	Maj *May*	Juni *June*	Juli *July*	Aug. *Aug.*	Sept. *Sep.*	Okt. *Oct.*	Nov. *Nov.*	Dec. *Dec.*	Året *Whole year*
Vallø	Landbohøjskolen	41	— 0.1	— 0.3	1.6	5.9	11.4	15.2	17.0	15.9	12.7	8.3	4.1	1.5	7.8
Nødebo	L. Dyrehavegård [1])	8	— 0.5	— 0.7	1.3	5.8	11.4	14.9	16.6	15.5	12.2	7.8	3.4	0.9	7.4
Buderupholm Lindenborg	Skørping Sanator. [2]), [3])	5 5	— 0.3	— 0.6	0.8	4.8	9.9	13.5	15.3	14.3	11.4	7.4	3.4	0.9	6.7
Pamhule Studsbøl Gram	Askov [4])	34 18 20	0.0	— 0.1	1.7	5.6	10.8	14.0	15.6	14.8	12.0	7.8	3.6	1.2	7.2
Klosterskoven	Gårdbogård [5]), [6])	22	— 0.5	— 0.8	0.7	4.8	10.1	13.9	15.7	14.6	11.5	7.2	3.3	0.7	6.8

Lokalitet for årringsundersøgelse *Site of tree-ring investigations*	Anvendt meteorologisk station *Meteorological station used*	Afstand til station km *Distance to station km*	Middelnedbør (mm) *Mean precipitation (millimetres)*												
			Jan. *Jan.*	Feb. *Feb.*	Marts *March*	April *April*	Maj *May*	Juni *June*	Juli *July*	Aug. *Aug.*	Sept. *Sep.*	Okt. *Oct.*	Nov. *Nov.*	Dec. *Dec.*	Året *Whole year*
Vallø	Haslev[7], [8]	13	49	33	44	41	42	47	69	78	56	67	55	62	640
Nødebo	L. Dyrehavegård[9]	8	45	36	45	45	42	52	70	88	58	64	52	60	659
Buderupholm Lindenborg	Skarping Sanator.[10], [11]	5 5	56	46	48	48	48	51	72	89	60	80	66	67	730
Pamhule Studsbol Gram	Askov[12]	34 18 20	54	38	47	43	45	55	72	96	73	79	63	69	733
Klosterskoven	Hjørring[13]	15	47	34	41	40	43	45	64	85	59	71	56	61	646

Mangler i observationerne er til brug ved undersøgelsen af sammenhængen mellem årringsindeks og klima suppleret med observationer fra følgende meteorologiske stationer (hvor navnene er anført i parentes, er der kun tale om ganske enkelte suppleringer):

1) (Rude Skov), 2) (Terndrup), 3) Års, 4) (Gram), 5) Klokkerholm, 6) Dannerhøj, 7) Gjorslev, 8) (Tureby), 9) (Lillerød), 10) (Terndrup), 11) Års, 12) (Skodborg), 13) (Gårdbogård).

Ved suppleringen er så vidt muligt korrigeret med afvigelsen imellem stationernes middelværdier for pågældende måned (taget fra „Danmarks Klima").

For use in the investigation of the relation between tree-ring indices and climate, deficiencies in the observations have been made up for by observations from the undermentioned meteorological stations (names in parentheses indicate only a few supplementary observations):

1) (Rude Forest), 2) (Terndrup), 3) Års, 4) (Gram), 5) Klokkerholm, 6) Dannerhøj, 7) Gjorslev, 8) (Tureby), 9) (Lillerød), 10) (Terndrup), 11) Års, 12) (Skodborg), 13) (Gårdbogård).

In supplementing, adjustment has, as far as possible, been made by means of the deviation between the mean values of the stations for the month in question (taken from "Danmarks Klima").

Grundene til denne eftervirkning er sikkert mange, og forskellige for træarter og lokaliteter. I den brede almindelighed kan man sikkert næppe forklare fænomenet bedre end *Huntington* (1914): „Trees, like other living beings, possess much inertia. If they are subjected to favorable conditions for a few years and make a good growth, they are in a position to keep on in the same way unless seriously checked."... „It apparently depends not only upon the amount of water stored in the soil, but upon the amount of reserve strength which the plant has been able to acquire by enlarging its root system or by the growth of branches and buds."

Den klimatiske eftervirkning er en vanskelighed ved sammenligninger imellem tilvækstvariationer og klimatiske variationer, idet præcis de samme klimatiske forhold i to vækstsæsoner kan give en ret forskellig tilvækst, hvis de foregående år har været forskellige.

3. *De undersøgte træarters reaktioner på nedbørs- og temperaturvariationer.*

I tabel 20 er anført middeltemperatur og middelnedbør for de meteorologiske stationer, hvormed årringsindeksene er sammenlignet. Tilsvarende værdier er for de enkelte år taget fra *Danmarks Klima*, de *Meteorologiske Årbøger* og *Månedsoversigterne over Vejrforholdene*. Sammenligningsperiodernes længde er begrænset dels af det tidsrum, hvorfra der findes meteorologiske observationer, dels af, hvor langt tilbage i tiden årringsindeksene skønnes at være nogenlunde sikkert bestemte.

Undersøgelsen er gennemført som en kombination af grafiske undersøgelser og korrelationsanalyser og er resulteret i opstilling af ligninger af formen

$$X_1 = a + b_2X_2 + b_3X_3 + b_4X_4 + \ldots\ldots\ldots \qquad (1)$$

hvor X_1 er årringsindeks, X_2, X_3 .. meteorologiske data, og a, b_2, b_3 ... er konstanter, der bestemmes af materialet[1]). I tabel 21 er foruden ligningernes konstanter anført

---

[1]) Sædvanligvis angives ligningen således

$$X_1 = a_{1.234} + b_{12.34}X_2 + b_{13.24}X_3 + b_{14.23}X_4,$$

og S og R angives ligeledes som

$$S_{1.234} \text{ og } R_{1.234}$$

$\beta_1, \beta_2 \ldots$ = beta-koefficienterne
δ = X_1's spredning omkring middeltallet
S = X_1's spredning om den beregnede funktion
R = den multiple korrelationskoefficient.

Der skal kort redegøres for, hvad der forstås ved de forannævnte udtryk, idet der med hensyn til den praktiske gennemførelse af beregningerne henvises til *Mills* (1938) og *Ezekiel* (1947).

I fodnoten side 24 er beskrevet, hvad man forstår ved korrelationskoefficienten m. v., når en variabel er retliniet afhængig af en anden variabel (simpel korrelation).

Multipel korrelationsregning anvendes, når en variabel er afhængig af flere variable, og denne afhængighed søges talmæssigt udtrykt. Dette kan gøres ved en metode, der er en videreførelse af den simple korrelationsregnings metode.

Kaldes den afhængige variable X_1 og de uafhængige variable X_2, $X_3, \ldots$, så kan man, når der findes et passende stort antal sammenhørende værdier af disse variable, beregne konstanterne i ovenstående ligning (1). Beregningen forudsætter, at de variable indbyrdes er lineært korrelerede eller ukorrelerede. Hvis dette ikke er tilfældet, vil den beregnede ligning betegne en mindre god udjævning af materialet.

Ligningens konstanter findes ved de mindste kvadraters metode ved løsning af lige så mange normalligninger, som ligning (1) indeholder konstanter (se *Mills* s. 537 f.).

Betegner $v_1, v_2 \ldots v_n$ de observerede X_1-værdiers afvigelser fra de X_1-værdier, som kan beregnes af ligning (1) ved i denne at indsætte de respektive observerede værdisæt for X_2, $X_3 \ldots$, så vil S bestemt af

$$S^2 = \frac{\Sigma v^2}{n}$$

være X_1-værdiernes spredning om funktionen (1), og den anvendte fremgangsmåde ved beregningen af (1) gør S minimal for den pågældende kombination af variable. S angiver, med hvilken sikkerhed man — ved at indsætte vilkårlige værdisæt for X_2, $X_3 \ldots$ i funktionen (1) — kan skønne over størrelsen af den tilsvarende X_1-værdi, og S har således ganske samme betydning som spredningen (σ) omkring et middeltal eller Y-værdiernes spredning (S_y) omkring den rette linie ved simpel korrelation.

I lighed med den simple korrelationskoefficient er den multiple korrelationskoeficient R defineret som

$$R^2 = 1 - \frac{S^2}{\sigma^2},$$

hvor σ er X_1-værdiernes spredning omkring deres middeltal. R er et

udtryk for, i hvor høj grad X_1-værdiernes variationer er afhængige af de kombinerede variationer i de andre variable, og R antager værdier imellem 0 og + 1. Værdier i nærheden af 0 angiver, at der ikke er nogen korrelation, medens værdier i nærheden af 1 angiver, at der er stærk korrelation.

R^2 er omtrent lig med den del af X_1's varians (σ^2), som skyldes variationer i de uafhængige variable, og som der er redegjort for i den fundne funktion (1), medens 1 — R^2 angiver den del, der ikke er gjort rede for.

R's sikkerhed kan bedømmes ved hjælp af *Ezekiels* figurer C—E (side 507—509).

For 4 uafhængige variable kan det eksempelvis anføres, at der er mindre end 5 procent sandsynlighed for, at en funden korrelation skyldes rene tilfældigheder ved udtagningen af materialet, hvis R er

større end	0.65	0.54	0.47	0.43
ved følgende antal observationssæt i materialet:	20	30	40	50

Hvis regressionsligningen (1) er opstillet ved blandt et stort antal variable at udvælge dem, der viser størst korrelation med X_1, så vil R antage en større værdi, end man gennemgående kan forvente at finde ved at indsamle og beregne en tilsvarende funktion af nyt materiale. Foranstående bedømmelse af R's sikkerhed forudsætter, at de variable er udvalgt på logisk grundlag.

Hvis de variable er behæftede med tilfældige målefejl, hvilket såvel årringsindeks som de meteorologiske faktorer er, og sidstnævnte særlig fordi faktorerne er målt i nogen afstand fra de undersøgte bevoksninger, vil dette bevirke, at man finder et mindre R, end hvis sådanne fejl ikke forekom. Fejl på X_2, X_3 .... vil også give for små værdier for b_2, b_3 ....

Når man arbejder med små materialer eller med mange variable, vil der være en tendens til, at man får et for fordelagtigt skøn for S (den tidligere angivne formel for S forudsætter et uendeligt stort n), og at man overvurderer R. *Ezekiel* har angivet korrektioner, der muliggør, at man under sådanne forhold kan finde de mest sandsynlige værdier for S og R i populationen. De korrigerede værdier betegnes $\overline{S}$ og $\overline{R}$, og det er disse værdier, der er angivet i tabel 21.

Den partielle regressionskoefficient b_2 angiver, hvor stor en ændring i X_1 der følger af en ændring på 1 enhed i X_2, når de øvrige uafhængige variable holdes konstante, og b_3, b_4 .... har samme betydning.

Regressionskoefficienternes størrelser oplyser ikke, hvilke af de uafhængige variable der er af størst betydning for variationerne i X_1, idet variablerne kan være udtrykt i forskellige enheder, og deres variationsvidde er forskellig.

Beta-koefficienterne oplyser om de uafhængige variables relative betydning, idet $\beta_2 = b_2 \frac{\sigma_2}{\sigma}$ angiver, hvor stor en ændring der sker i X_1 målt med X_1's spredning (σ) om sit middeltal som enhed, når X_2 æn-

dres med en størrelse, der er lig med X_2's spredning (σ_2), og X_3, X_4 .... holdes konstante. De øvrige beta-koefficienter har samme betydning.

Ligningen (1) forudsætter lineær sammenhæng imellem X_1 og de øvrige variable. Dette forhindrer dog ikke, at man kan benytte metoden, hvis X_1 står i krumliniet forhold til en målestørrelse, idet denne f. eks. kan indføres i ligningen i potens eller i logaritmisk form, således at afhængigheden bliver retliniet.

Bearbejderens indsats består i at vælge de variable og den måde, hvorpå disse indføres i ligningen (1), hvorefter man af beregningerne får svar på, om det pågældende valg giver god tilpasning til materialet, eller om nogle af de inddragne variable viser sig at være uden indflydelse og derfor kan lades ude af betragtning. Da tilpasningens godhed kan angives talmæssigt, er metoden ofte at foretrække fremfor rent grafiske udjævninger, hvor bearbejderens skøn kommer til at spille en større rolle, og hvor resultatets sikkerhed vanskeligere lader sig bedømme af andre end bearbejderen.

Det bemærkes, at ligning (1) ikke giver nogen forklaringer på årsagerne til de fundne afhængighedsforhold. Er X_1 korreleret med X_2, behøver dette ikke at betyde, at variationerne i X_2 er årsag til variationer i X_1. Det kan betyde, at både X_1 og X_2 er korrelerede med en anden variabel størrelse.

Det kan undertiden være betænkeligt at anvende korrelationsanalyse ved undersøgelse af tidsserier, da det er en forudsætning for denne regningsmetode, at observationsparrene eller -grupperne er uafhængige. Dette gælder dog med god tilnærmelse for det i det følgende undersøgte problem, idet årringsindeksene ikke er tidsafhængige (som f. eks. ukorrigerede udbyttetal for landbrugsafgrøder som følge af forbedrede sorter og kulturmetoder), og de meteorologiske faktorer kan anses for at være helt tilfældige repræsentanter for de mulige værdier.

Korrelationsregning må anses for at være et særdeles brugbart hjælpemiddel, når man vil danne sig et skøn over, hvilke klimatiske faktorer der særlig har indflydelse på variationerne i årringsindeksene, og undersøgelser over enkelte meteorologiske faktorers indflydelse på årringsbreddens størrelse er ofte foretaget ved simpel korrelationsregning. Multiple korrelationsanalyser er udført af *Erlandsson* (1936).

Fordelen ved samtidig undersøgelse af flere faktorers virkning er navnlig, at man, da de meteorologiske faktorer i nogen

grad er korrelerede (en tør sommer er oftest varm), får et sandere billede af de enkelte faktorers betydning.

Bøg (funktion 1 a—6).

Da oldenårene spiller så stor en rolle for årringsbreddens størrelse i gamle bøgebevoksninger, må man vente at finde den bedste og lettest påviselige overensstemmelse imellem klimatiske faktorer og årringsindeks (i det følgende kaldet tilvæksten) i unge bøgebevoksninger. Det er derfor naturligt at koncentrere opmærksomheden om indeks I og II fra Vallø.

Som eksempel på fremgangsmåden ved undersøgelsen af tilvækstens klimatiske afhængighed gennemgås kort den benyttede fremgangsmåde på basis af indeks II fra Vallø.

En grafisk undersøgelse viser, at tilvæksten med ret god tilnærmelse kan afbildes som en retliniet funktion af nedbøren i sommermånederne, og som første forsøg opstilledes en funktion med 4 uafhængige variable, nemlig nedbøren i månederne maj, juni, juli og august. Beregningen resulterede i funktion 1 a[1]) i tabel 21, der viser, at navnlig juni- og juli-nedbøren har indflydelse på tilvækstens størrelse, medens maj- og august-nedbøren synes at være af mindre betydning. Ved fortsatte prøver med inddragning og udskydning af faktorer i funktionen viser det sig, at $\overline{R}$ ikke ændres ved sammenlægning af juni- og juli-nedbøren, at $\overline{R}$ ikke stiger ved inddragning af temperaturen i sommermånederne, stiger ubetydeligt ved inddragning af foregående års juni—juli-nedbør og stiger til 0,66 ved medtagning af foregående års indeksværdi (funktion 1 b).

En række andre faktorer (nedbøren i vintermånederne, forårstemperaturer m. v.), som kunne tænkes at øve indflydelse på tilvæksten, undersøgtes. Denne undersøgelse foretoges ved som funktion over de pågældende faktorer at oplægge forskellen imellem konstaterede indeksværdier og indeksværdier beregnet efter en nedbørsfunktion. Der kunne dog ikke påvises nogen sammen-

---

[1]) Funktionen læses således:

$$X_1 = a + b_2 \cdot X_2 + b_3 \cdot X_3 + b_4 \cdot X_4 + b_5 \cdot X_5.$$

Tabel 21. Årringsindeks som funktion af meteorologiske data (og foregående års indeksværdi).
Enhed for nedbør: mm — Enhed for temperatur: ° C.

Table 21. Tree-ring indices as functions of meteorological data (and index value of preceding year).
Explanation: Nedbør = precipitation indicated in millimetres.
Temperatur = temperature indicated in degrees Centigrade.
Indeks = tree-ring index.
Indeks året før = tree-ring index the year before.

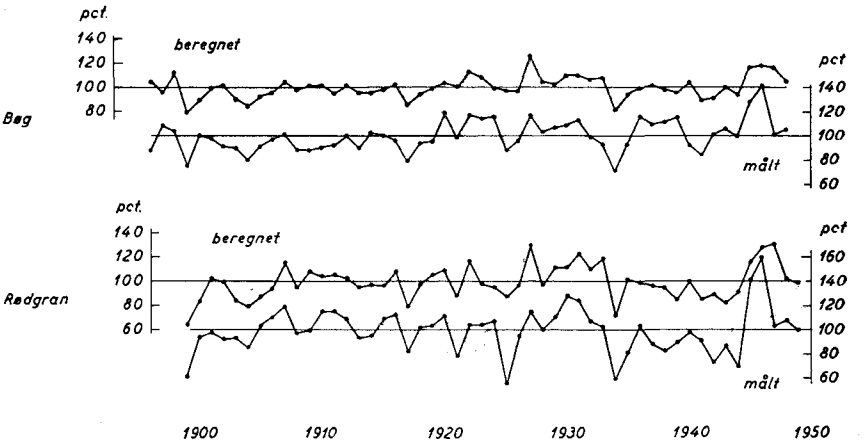
Funktion nr. *Equation No.*	Træart og lokalitet *Species and site*	Årrække *Term of years*	Variabel *Variable*	Koefficienter *Coefficients*		
1 a.	Bøg II *(Fagus)* Vallø	1896—1948	X_1 = indeks	a = 67.89		
			X_2 = maj-nedbør	b_2 = 0.1108	β_2 = 0.183	σ = 12.98
			X_3 = juni-nedbør	b_3 = 0.1629	β_3 = 0.376	$\bar{S}$ = 10.49
			X_4 = juli-nedbør	b_4 = 0.2148	β_4 = 0.506	
			X_5 = august-nedbør	b_5 = 0.0527	β_5 = 0.157	$\bar{R}$ = 0.60
1 b.	Bøg II *(Fagus)* Vallø	1896—1948	X_1 = indeks	a = 39.61		
			X_2 = maj-nedbør	b_2 = 0.0919	β_2 = 0.152	σ = 12.98
			X_3 = juni + juli-nedbør	b_3 = 0.1781	β_3 = 0.532	$\bar{S}$ = 9.81
			X_4 = august-nedbør	b_4 = 0.0741	β_4 = 0.221	
			X_5 = indeks året før	b_5 = 0.2912	β_5 = 0.295	$\bar{R}$ = 0.66
2.	Bøg I *(Fagus)* Vallø	1912—1948	X_1 = indeks	a = 46.65		
			X_2 = maj-nedbør	b_2 = 0.1930	β_2 = 0.295	σ = 13.69
			X_3 = juni + juli-nedbør	b_3 = 0.1964	β_3 = 0.574	$\bar{S}$ = 10.45
			X_4 = august-nedbør	b_4 = 0.0145	β_4 = 0.044	
			X_5 = indeks året før	b_5 = 0.1832	β_5 = 0.184	$\bar{R}$ = 0.66
3.	Bøg III *(Fagus)* Vallø	1896—1948	X_1 = indeks	a = 19.53		
			X_2 = maj-nedbør	b_2 = 0.0807	β_2 = 0.082	σ = 21.19
			X_3 = juni + juli-nedbør	b_3 = 0.1399	β_3 = 0.256	$\bar{S}$ = 17.96
			X_4 = august-nedbør	b_4 = 0.1190	β_4 = 0.218	
			X_5 = indeks året før	b_5 = 0.5048	β_5 = 0.502	$\bar{R}$ = 0.54
4.	Bøg *(Fagus)* Nødebo	1896—1949	X_1 = indeks	a = 20.69		
			X_2 = maj-nedbør	b_2 = 0.0690	β_2 = 0.077	σ = 22.23
			X_3 = juni + juli-nedbør	b_3 = 0.0914	β_3 = 0.156	$\bar{S}$ = 17.63
			X_4 = august-nedbør	b_4 = 0.0113	β_4 = 0.020	
			X_5 = indeks året før	b_5 = 0.6354	β_5 = 0.634	$\bar{R}$ = 0.62
5.	Bøg *(Fagus)* Buderup-holm	1907—1949	X_1 = indeks	a = 49.12		
			X_2 = maj-nedbør	b_2 = 0.1089	β_2 = 0.101	σ = 27.36
			X_3 = juni + juli-nedbør	b_3 = 0.1245	β_3 = 0.201	$\bar{S}$ = 25.43
			X_4 = august-nedbør	b_4 = −0.0846	β_4 = −0.106	
			X_5 = indeks året før	b_5 = 0.3678	β_5 = 0.367	$\bar{R}$ = 0.39

(Tabel 21 fortsat). *(Table 21 continued).*

Funktion nr. *Equation No.*	Træart og lokalitet *Species and site*	Årrække *Term of years*	Variabel *Variable*	Koefficienter *Coefficients*		
6.	Bøg *(Fagus)* Pamhule	1896—1949	X_1 = indeks	a = 64.87		
			X_2 = maj-nedbør	b_2 = 0.1687	β_2 = 0.198	σ = 20.68
			X_3 = juni + juli-nedbør	b_3 = 0.0154	β_3 = 0.034	$\bar{S}$ = 20.02
			X_4 = august-nedbør	b_4 = −0.0377	β_4 = −0.073	
			X_5 = indeks året før	b_5 = 0.2901	β_5 = 0.291	$\bar{R}$ = 0.28
7.	Eg *(Quercus)* Vallø	1897—1949	X_1 = indeks	a = −52.26		σ = 15.07
			X_2 = juni + juli-nedbør	b_2 = 0.0833	β_2 = 0.214	$\bar{S}$ = 13.11
			X_3 = juni + juli + aug. + sep.-temperatur	b_3 = 1.494	β_3 = 0.378	
			X_4 = aug. + sep. + okt.-temperatur året før	b_4 = 1.280	β_4 = 0.251	$\bar{R}$ = 0.51
8.	Ask *(Fraxinus)* Vallø	1897—1949	X_1 = indeks	a = 35.86		σ = 11.59
			X_2 = juni + juli-nedbør	b_2 = 0.1202	β_2 = 0.402	$\bar{S}$ = 9.21
			X_3 = febr. + marts + april-temperatur	b_3 = 0.5583	β_3 = 0.241	
			X_4 = indeks året før	b_4 = 0.4531	β_4 = 0.449	$\bar{R}$ = 0.62
9.	Rødel *(Alnus)* Vallø	1896—1949	X_1 = indeks	a = 15.44		
			X_2 = Σ okt.—maj-nedbør	b_2 = 0.0770	β_2 = 0.215	σ = 21.23
			X_3 = juni + juli-nedbør	b_3 = 0.0942	β_3 = 0.171	$\bar{S}$ = 16.81
			X_4 = febr. + marts-temp.	b_4 = 1.564	β_4 = 0.297	
			X_5 = indeks året før	b_5 = 0.3896	β_5 = 0.387	$\bar{R}$ = 0.62
10 a.	Rødgran *(Picea Abies)* Vallø	1899—1949	X_1 = indeks	a = 48.31		
			X_2 = maj-nedbør	b_2 = 0.1531	β_2 = 0.165	σ = 18.63
			X_3 = juni-nedbør	b_3 = 0.3361	β_3 = 0.529	$\bar{S}$ = 13.25
			X_4 = juli-nedbør	b_4 = 0.3209	β_4 = 0.533	
			X_5 = august-nedbør	b_5 = 0.0671	β_5 = 0.143	$\bar{R}$ = 0.70
10 b.	Rødgran *(Picea Abies)* Vallø	1899—1949	X_1 = indeks	a = 36.88		
			X_2 = maj-nedbør	b_2 = 0.1094	β_2 = 0.118	σ = 18.63
			X_3 = juni-nedbør	b_3 = 0.3196	β_3 = 0.503	$\bar{S}$ = 12.95
			X_4 = juli-nedbør	b_4 = 0.3177	β_4 = 0.528	
			X_5 = indeks året før	b_5 = 0.1982	β_5 = 0.205	$\bar{R}$ = 0.72
11.	Rødgran *(Picea Abies)* Nødebo	1899—1949	X_1 = indeks	a = 19.40		
			X_2 = maj-nedbør	b_2 = 0.0463	β_2 = 0.067	σ = 16.37
			X_3 = juni-nedbør	b_3 = 0.2822	β_3 = 0.553	$\bar{S}$ = 12.93
			X_4 = juli-nedbør	b_4 = 0.1343	β_4 = 0.246	
			X_5 = indeks året før	b_5 = 0.5291	β_5 = 0.558	$\bar{R}$ = 0.61

(Tabel 21 fortsat). *(Table 21 continued).*

Funktion nr. *Equation No.*	Træart og lokalitet *Species and site*	Årrække *Term of years*	Variabel *Variable*	Koefficienter *Coefficients*		
12.	Rødgran *(Picea Abies)* Buderup-holm + Lindenborg	1907—1949	X_1 = indeks	a = 18.92		
			X_2 = maj-nedbør	b_2 = 0.1624	β_2 = 0.223	σ = 18.50
			X_3 = juni-nedbør	b_3 = 0.1405	β_3 = 0.239	$\bar{S}$ = 14.45
			X_4 = juli-nedbør	b_4 = 0.1103	β_4 = 0.212	
			X_5 = indeks året før	b_5 = 0.5721	β_5 = 0.571	$\bar{R}$ = 0.62
13.	Rødgran *(Picea Abies)* Pamhule	1899—1949	X_1 = indeks	a = 26.99		
			X_2 = maj-nedbør	b_2 = 0.1609	β_2 = 0.236	σ = 16.09
			X_3 = juni-nedbør	b_3 = 0.1781	β_3 = 0.315	$\bar{S}$ = 13.24
			X_4 = juli-nedbør	b_4 = 0.0492	β_4 = 0.126	
			X_5 = indeks året før	b_5 = 0.5201	β_5 = 0.516	$\bar{R}$ = 0.57
14.	Rødgran *(Picea Abies)* Studsbøl	1899—1949	X_1 = indeks	a = 40.93		
			X_2 = maj-nedbør	b_2 = 0.1077	β_2 = 0.169	σ = 15.04
			X_3 = juni-nedbør	b_3 = 0.2665	β_3 = 0.505	$\bar{S}$ = 11.95
			X_4 = juli-nedbør	b_4 = 0.1495	β_4 = 0.408	
			X_5 = indeks året før	b_5 = 0.2792	β_5 = 0.278	$\bar{R}$ = 0.61
15.	Rødgran *(Picea Abies)* Gram	1899—1949	X_1 = indeks	a = 32.52		
			X_2 = maj-nedbør	b_2 = 0.1752	β_2 = 0.191	σ = 21.69
			X_3 = juni-nedbør	b_3 = 0.4266	β_3 = 0.561	$\bar{S}$ = 17.16
			X_4 = juli-nedbør	b_4 = 0.1975	β_4 = 0.374	
			X_5 = indeks året før	b_5 = 0.2058	β_5 = 0.204	$\bar{R}$ = 0.61
16.	Ædelgran *(Abies alba)* Buderup-holm	1907—1949	X_1 = indeks	a = 36.08		
			X_2 = maj-nedbør	b_2 = 0.0889	β_2 = 0.166	σ = 13.62
			X_3 = juni + juli-nedbør	b_3 = 0.1196	β_3 = 0.395	$\bar{S}$ = 12.55
			X_4 = juli + aug.-temp.	b_4 = 1.144	β_4 = 0.178	
			X_5 = indeks året før	b_5 = 0.1007	β_5 = 0.100	$\bar{R}$ = 0.42
17.	Sitkagran *(Picea sitchensis)* Buderup-holm	1907—1949	X_1 = indeks	a = 33.45		
			X_2 = maj nedbør	b_2 = 0.1160	β_2 = 0.219	σ = 13.44
			X_3 = juni-nedbør	b_3 = 0.1234	β_3 = 0.289	$\bar{S}$ = 11.01
			X_4 = juli-nedbør	b_4 = 0.1098	β_4 = 0.290	
			X_5 = indeks året før	b_5 = 0.4594	β_5 = 0.455	$\bar{R}$ = 0.59
18.	Douglas-gran *(Pseudotsuga taxifolia)* Buderup-holm	1907—1949	X_1 = indeks	a = −6.02		
			X_2 = maj-nedbør	b_2 = 0.0859	β_2 = 0.123	σ = 17.68
			X_3 = juni-nedbør	b_3 = 0.0812	β_3 = 0.145	$\bar{S}$ = 13.28
			X_4 = log (febr. + marts + april-temp. + 10)	b_4 = 53.62	β_4 = 0.534	
			X_5 = indeks året før	b_5 = 0.3518	β_5 = 0.351	$\bar{R}$ = 0.67
19.	Ene *(Juniperus com.)* Kloster-skoven	1925—1950	X_1 = indeks	a = 70.47		σ = 17.81
			X_2 = maj-nedbør	b_2 = 0.2976	β_2 = 0.332	$\bar{S}$ = 16.44
			X_3 = juni-nedbør	b_3 = 0.1469	β_3 = 0.257	
			X_4 = juli-nedbør	b_4 = 0.2271	β_4 = 0.437	$\bar{R}$ = 0.42



Figur 36. Vallø. Målte og beregnede indeksværdier for bøg II (funktion 1 b) og rødgran (funktion 10 b).

Fig. 36. Vallø. Index values, measured and computed by equations, for beech II (function 1 b) and Norway spruce (function 10 b).

Explanation: Bøg = beech
Rødgran = Norway spruce
beregnet = computed by equations
målt = measured.

hæng med de således undersøgte faktorer[1]), og undersøgelsens slutresultat blev da funktion 1 b. På fig. 36 kan man sammenligne de ved måling fremstillede indeksværdier med værdier beregnet ved hjælp af funktion 1 b.

Denne funktion siger, at tilvæksten stiger ca. 0,7—0,9 procent for hver 10 mm nedbør i maj og august måneder og ca. 1,8 procent for 10 mm nedbør i juni og juli, og at en afvigelse fra det normale i et års tilvækst gennemgående vil ledsages af en afvigelse med samme retning det næste år, men kun 0,3 gange så stor.

Dette resultat bekræftes i hovedsagen af funktion 2 for Vallø indeks I. Fuld overensstemmelse imellem de to funktioner kan man naturligvis ikke vente på grund af tilfældige variationer i materialerne.

I tabellen følger derefter funktionerne for de gamle bøgeindeks, og disse viser, som forudset, langt dårligere overensstem-

---

[1]) De øvrige træarter er i princippet undersøgt på samme måde. For rødgranens vedkommende er der dog inddraget flere faktorer i korrelationsanalyserne, medens undersøgelsen af de resterende arter i højere grad er baseret på grafiske undersøgelser.

melse med nedbørsfaktorerne. Som følge af oldenårenes eftervirkninger og måske også, fordi gamle bevoksninger er i besiddelse af større „inerti" end unge, viser tilvæksten året før en betydelig større samvariation med tilvæksten end de klimatiske faktorer i vækstår et. Selv om de fundne korrelationer er meget små (for Pamhule er $\bar{R}$ så lille, at korrelationen kan skyldes tilfældige årsager), så bekræfter de gamle bøgematerialer taget under et dog, at nedbørsvariationer i maj—juli ledsages af tilvækstvariationer med samme op- eller nedadgående tendens.

Eg (funktion 7).

Temperaturen i sommermånederne juni—september synes på Vallø at være den vigtigste faktor. En grad højere temperatur i hele denne periode giver ifølge funktionen en tilvækststigning på ca. 6 procent. Høj august—oktober temperatur året før har ligeledes en gunstig indflydelse på tilvæksten. Højsommernedbørens indflydelse er ikke stor. Forrige års tilvækst havde i dette materiale kun ubetydelig indflydelse på tilvæksten.

Ask (funktion 8).

Ingen af de undersøgte træarter har så små tilvækstvariationer som asken. Forrige års tilvækst har en betydelig eftervirkning. Højsommernedbøren er den vigtigste klimatiske faktor, men høj vinter- og forårstemperatur forøger også tilvæksten. Der er en meget usikker positiv korrelation med vinternedbøren.

Rødel (funktion 9).

Tilvækstvariationerne er meget store (som i gamle bøgebevoksninger), og de er formodentlig stærkt prægede af frøbæring. Forrige års tilvækstforhold har en betydelig eftervirkning. Februar—marts temperaturen var af de øvrige undersøgte faktorer den, der viste størst sammenhæng med rødellens tilvækstvariationer. Efter de hårde vintre 1940—42 ligger ellens tilvækst i alle tre år på 54—56 procent af det normale, men også efter udskydelse af disse ekstreme år er der en udpræget tendens til, at lave temperaturer i vintermånederne og det tidlige forår ledsages af ringe tilvækst. Både vinternedbøren og sommernedbøren spiller en rolle for ellens tilvækst. Da kolde vintre gennemgående er nedbørsfattige, er det vanskeligt at skelne mellem vinterned-

børens og vintertemperaturens indflydelse. Udskydelse af en af faktorerne giver dog væsentlig mindre $\bar{R}$. Vintrene 1941—42 var begge meget nedbørsfattige, og det samme var tilfældet med den strenge vinter i 1947.

Rødgran (funktionerne 10 a—15).

Da der er materiale fra 6 lokaliteter (Lindenborg og Buderupholm materialerne er slået sammen), og da tilvækstreduktionen efter frøbæring er mindre end hos bøgen, er granmaterialet langt bedre end bøgematerialet til undersøgelse af, hvorledes tilvækstvariationer på forskellige lokaliteter afhænger af de klimatiske faktorer. Undersøgelsen viste følgende:

Vinternedbøren (udtrykt som sum af nedbør for månederne oktober til maj) kunne kun sikkert påvises at have nogen indflydelse på Vallø[1]), hvilket naturligt forklares ved, at de øvrige lokaliteter har mindre vandholdende jord, og at disses vandindhold om foråret derfor er upåvirket af, hvor meget vand der er faldet i løbet af vinteren[2]).

Variationer i april-nedbøren synes at være uden større virkning på tilvæksten, hvorimod maj-nedbøren har en betydelig indflydelse, juni- og juli-nedbøren har meget stor indflydelse og august-nedbøren kun ubetydelig indflydelse.

Forrige års juni—juli-nedbør har på alle lokaliteter en betydelig indflydelse på tilvæksten med en partiel regressionskoefficient på $^1/_4$—$^1/_2$ gange størrelsen af regressionskoefficienten for samme størrelse i vækstår et. Det gav dog sikrere funk-

---

[1]) For Vallø gav en funktion indeholdende oktober-maj nedbøren, juni + juli-nedbøren og forrige års indeks $\bar{R}$ = 0,77 og en partiel regressionskoefficient til førstnævnte faktor på 0,078 ± 0,028.

[2]) *Aslyng* (1952) angiver, at landbrugsjorder her i landet normalt indeholder samme vandmængde hvert forår. Det samme behøver dog ikke at være tilfældet med stærkt leret jord under nåletræbevoksninger, idet en stor del af vinternedbøren fordamper fra nåle, grene og bundvegetation. *Stålfelt* (1944 tabel 16) fandt i Skåne (middeltal af 5 år), at af en nedbør på ca. 500 mm i september-april nåede kun 200 mm ned til rødgranens rodzone. *Wiedemann* (1925) angiver, at vinternedbørens størrelse spiller en rolle for rødgranens tilvækst i Sachsen.

tioner at benytte forrige års indeks som udtryk for vækstforholdene end at anvende forrige års juni—juli-nedbør.

Nogen virkning af temperaturerne i maj—juli kunne ikke med sikkerhed påvises[1]).

I tabel 21 er først vist en funktion (10 a) med samme opstilling som den første funktion for bøg (1 a). Dernæst anføres et sæt funktioner indeholdende de faktorer, der på *alle* lokaliteter betyder mest for tilvæksten. Den ensartede opstilling letter sammenligning af funktionerne for lokaliteterne, og der udelades ikke herved nogen faktor af væsentlig betydning. Indeksværdier beregnede af funktion 10 b er indlagt på figur 36.

Det ses, at juni-nedbøren er den betydningsfuldeste faktor, og at maj- og juli-nedbøren spiller omtrent samme rolle. (For Vallø synes juli-nedbøren dog at spille lige så stor rolle som juni-nedbøren. Dette kan være tilfældigt, men der var også for bøgene på Vallø en tendens til, at nedbøren spillede en større rolle senere på året end på de andre lokaliteter. Måske begynder og kulminerer væksten senere på den kolde og våde jord på Vallø end på de andre lokaliteter. *Rees* (1929) fandt således, at veddannelsen hos Picea rubra begyndte i slutningen af maj på veldrænede jorder, men først omkring midten af juni på moser).

Forrige års tilvækst spiller langt den største rolle i de materialer (Nødebo, Buderupholm + Lindenborg og Pamhule), der stammer fra forholdsvis gamle bevoksninger. Regressionskoefficienterne er så store, at det næppe kan tilskrives eftervirkning efter frøår.

10 mm nedbør mere (eller mindre) i hver af månederne maj, juni og juli vil give følgende procentiske tilvækststigninger (eller -fald):

---

[1]) Måske er der tale om en svag temperaturindflydelse, men forskellig for lokaliteterne. Fire funktioner med de samme kombinationer af nedbørsfaktorer for Vallø, Pamhule, Studsbøl og Gram gav for de stærkt nedbørsprægede lokaliteter Gram og Vallø partielle regressionskoefficienter på henholdsvis — 0,98 og — 0,36 for juni-juli-temperaturen (altså nedsat tilvækst for høj sommertemperatur), medens de samme størrelser for Pamhule og Studsbøl var + 0,88 og + 0,99. Ingen af disse koefficienter er dog signifikant forskellige fra 0.

Vallø	7,5	procent
Nødebo	4,6	„
Buderupholm + Lindenborg	4,1	„
Pamhule	3,9	„
Studsbøl	5,2	„
Gram	8,0	„
Gludsted[1])	9,3	„

Det fremgår heraf, at tilvæksten på Vallø og hedelokaliteterne er mere nedbørsafhængig end på de øvrige lokaliteter, og at vi heri har årsagen til, at granerne fra disse lokaliteter har de største årlige tilvækstvariationer (jvf. fig. 25 og 28).

Ovenstående procentrække kan omformes til m^3 tilvækst pr. ha, idet de undersøgte bevoksningers årlige tilvækst skønnes efter bonitetsvise tilvækstoversigter (*Møller* 1933) og (*West-Nielsen* 1951), og man får da følgende merproduktion for 10 mm nedbør i hver af månederne maj, juni og juli:

Vallø	1,7	m^3
Nødebo	0,9	„
Buderupholm-Lindenborg	0,7	„
Pamhule	0,8	„
Studsbøl	1,1	„
Gram	0,9	„
Gludsted	0,4	„

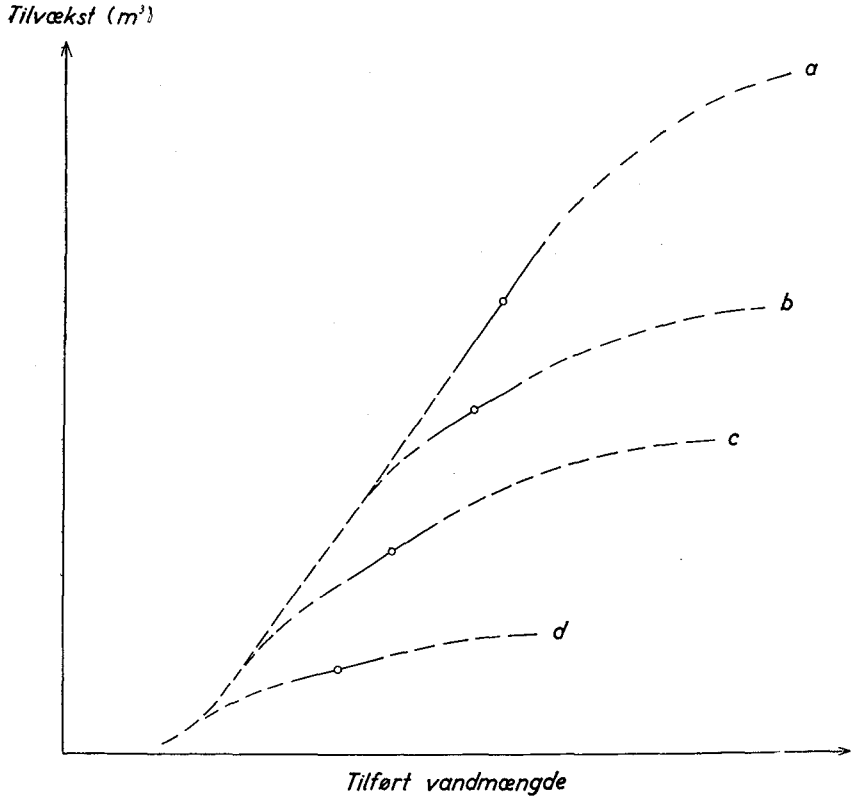
Forskellene imellem tallene fra Nødebo og nedad i rækken til og med Gram er små i forhold til de fejl, der knytter sig til deres bestemmelse, og man må derfor antage, at den omtalte nedbørsmængdes virkning for de fleste steder her i landet svarer til en tilvækststigning på $^3/_4$—1 m^3 (ca. 3—400 kg tørstof) pr. ha.

---

[1]) Fornyet bearbejdning af materialet fra Gludsted plantage (*Holmsgaard* 1945) gav følgende funktion

$$X_1 = 32{,}0 + 0{,}288\ X_2 + 0{,}470\ X_3 + 0{,}172\ X_4 + 0{,}199\ X_5,$$

hvor de variable har samme betydning som i funktionerne 10 b — 15. ($\bar{R} = 0{,}72$). De undersøgte rødgranbevoksninger i Gludsted havde en bonitet på ca. 7.



Figur 37. Rødgranens tilvækst som funktion af tilført vandmængde (heri indbefattet tilgængeligt vand i jorden om foråret). Skematisk — kun kurvernes forløb omkring cirklerne er kendt. Se iøvrigt teksten.

a = Vallø — stiv lerjord
b = Andre gode lokaliteter
c = Gram — sandjord
d = Gludsted — meget magert sand.

Fig. 37. Increment of Norway spruce, as a function of the quantity of water supplied (including winter store). Diagrammatical — only the course of the curves about the circles is known.

Tilført vandmængde = quantity of water supplied (millimetres)
tilvækst (m³) = increment (cubic metre)

a = Vallø, stiff clayey soil
b = Other sites of good quality
c = Gram — sandy soil
d = Gludsted — very poor sand.

De store tilvækstvariationer på Vallø, lokaliteten med den frugtbareste og stærkest vandholdende jord, kan forklares således:

Tilvækstens afhængighed af den vandmængde, der står til rådighed for trævæksten, kan formodentlig afbildes som en udbyttekurve, der i begyndelsen stiger stærkt med den tilførte vandmængde men senere afflades, når andre faktorer begynder at gøre deres begrænsende indflydelse gældende.

Forholdet er illustreret skematisk på fig. 37 med tilført vandmængde som abscisse og tilvæksten som ordinat. I den vandmængde, der står til rådighed for trævæksten, må naturligvis medregnes det plantetilgængelige vandforråd i jorden, når tilvæksten begynder om foråret[1]). Denne vandmængde er meget mindre på de sandede lokaliteter Gludsted og Gram end på de øvrige. Den er formodentlig størst på Vallø, hvor dog på den anden side nedbøren er mindst, og jorden er fladgrundet.

Andre faktorer (plantenæringsstofferne) kommer først i minimum på de svageste jorder, formodentlig sidst på Vallø, og Vallø-granernes udbyttekurve stiger derfor ikke alene højere, men den må antages at afflades senere end de øvrige lokaliteters, af hvilke hedelokaliteternes udbyttekurve afflades først. Man kan derfor tænke sig kurve a på fig. 37 illustrere Vallø-granerne, kurve b granerne fra de øvrige gode boniteter, kurve c Gram-granerne og kurve d granerne i Gludsted plantage. Tilvækstvariationerne er kun undersøgt i nærheden af de fuldt optrukne dele af kurverne, og det er kun her, der vides noget om kurvernes retning. Heller ikke størrelsen af den tilgængelige vandmængde i jorden om foråret kendes, og det vides derfor ikke, hvor meget kurverne skal forskydes i forhold til hinanden parallelt med abscisseaksen.

Efter denne forklaring skulle hedegranerne og Vallø-granerne have omtrent samme relative tilvækstvariationer, fordi de begge mangler meget i at få tilført den optimale vandmængde — hedegranerne, fordi der ikke er meget vand i jorden om foråret — Vallø-granerne, fordi deres optimale vandmængde er meget stor

---

[1]) *Stålfelt* (1944) fandt, at den nedbør, der nåede rodzonen i månederne maj-august kun svarede til 24 % af træernes samtidige transpiration på en fugtig morænejord, til 43 % af transpirationen på en tør morænejord.

på grund af stor tilgang af plantenæringsstoffer. Vallø-granernes store tilvækstvariationer svarer til, at stærkt gødede landbrugsafgrøder har et stort vandforbrug, og at det ofte ses, at sådanne afgrøder lider mest af tørke (*Larsen, Iversen, Sloth* og *Jensen* 1946). *Kristensen* (1937 og 1941) har vist, at dette gjaldt for de nedbørsafhængige afgrøder hø og havre i de langvarige gødningsforsøg ved Askov.

Hauch og *Oppermann* (1898—1902) skriver, at selv store rødgraner kan bukke under for tørken i meget tørre somre som 1868 og 1899, medens andre træer får krogede topskud, vistnok fordi disse som følge af vandmangel i længere tid har været slappe og hængende. *Wiedemann* (1925) har berettet om langvarige vækststagnationer, tørkedød, udbredt toptørhed og revnede stammer efter tørkeår i Sachsen. Tørkerevner opstået efter en unormal udtørring af stammerne er også forekommet her i landet (*Buchwald* 1948).

Selv om man langtfra altid kan se sådanne let kendelige tegn på en svækkelse i rødgranens vitalitet efter tørre år, forekommer det dog ikke usandsynligt, at de store nedbørsbetingede variationer i vækstvilkårene ledsages af ensrettede variationer i rødgranens vitalitet, og at rødgranens relativt dårlige sundhedstilstand på hederne og på de svære jorder på Vallø-Bregentvedegnen skyldes, at vækstvilkårene disse steder varierer særlig føleligt fra år til år.

Ædelgran (funktion 16).

Ædelgranens tilvækst er ligesom rødgranens først og fremmest afhængig af nedbøren i maj—juli. Høj juli—august-temperatur synes at have en gunstig om end svag virkning på tilvæksten.

For de tre følgende arter er årringsindeksene baseret på betydelig mindre materialer end de hidtil omtalte arter (jvf. side 52).

Sitkagran (funktion 17).

Maj-, juni- og juli-nedbøren spiller omtrent den samme rolle som for rødgranens tilvækst. Forrige års tilvækstforhold har stor indflydelse.

Douglasgran (funktion 18).

Februar—marts—april-temperaturen synes at være den vigtigste faktor; maj- og juni-nedbøren er af en vis betydning og forrige års tilvækst af ret stor betydning.

Den krumliniede sammenhæng med februar—marts—april-temperaturen skyldes for en stor del de hårde vintre i 40'erne og måske sodskimmelangreb i forbindelse med disse. Selv om man ser helt bort fra årene efter 1939, er der dog stadig en afhængighed — om end betydelig svagere — mellem nævnte temperatur og douglasiens årringsindeks. Således gav de tre koldeste vintre før 1939, nemlig 1917, 1924 og 1929 årringsindeksene 87, 82 og 90, hvad der, som påpeget af *Thulin* (1949), tyder på, at de alvorlige sodskimmelangreb er forekommet i år, hvor douglasgranen af klimatiske årsager i alle tilfælde ville have været i dårlig vigueur.

Da man fortsat må regne med sodskimmelens tilstedeværelse, har jeg fundet det rigtigt at medtage alle år ved opstillingen af funktion 18.

Ene (funktion 19).

$\bar{R}$ er ikke signifikant forskellig fra 0; men materialet tyder dog afgjort på, at enens tilvækst er stærkt afhængig af maj—juni—juli-nedbøren.

Skovfyr.

Tilvækstvariationer på lokaliteter nær Silkeborg synes som tidligere omtalt (side 109) først og fremmest at være afhængige af februar—april-temperaturen, således at lave temperaturer i denne periode ledsages af dårlig tilvækst.

Tabel 22. Oversigt over de faktorer der fandtes at have størst korrelation med de årlige tilvækstvariationer.

Table 22. Survey of the factors which were found to have the greatest correlation with the annual increment variations.

Træart *Species*	Vækstforholdene året før *Growing conditions the year before*	Efterårstemperaturen året før *Autumn temperature the year before*	Temperatur i månederne januar–april *Temperature in the months January—April*	Temperatur i månederne juni–sept. *Temperature in the months June—Sept.*	Vinternedbør *Winter rainfall*	Nedbør i månederne maj-juli (aug.) *Rainfall in the months May—July (Aug.)*
Bøg *Beech*	X X					X X
Eg *Oak*		X		X X		X
Ask *Ash*	X X		X			X X
Rødel *Alder*	X X		X X		X	X
Rødgran *Norway spruce*	X X				(X)[1]	X X
Ædelgran *Silver fir*	X			X		X X
Sitkagran *Sitka spruce*	X X					X X
Douglasgran *Douglas fir*	X X		X X			X
Ene *Juniper*	?					X X
Skovfyr *Scotch pine*	?		X X			

[1]) Kun på Vallø.
[1]) *Only at Vallø.*

Diskussion.

I tabel 22 er givet en oversigt over de faktorer, hvormed de årlige tilvækstvariationer fandtes at være korrelerede. De foran anførte funktioner angiver kun, at der er en korrelation imellem visse klimatiske faktorer og årringsvariationerne, men de forklarer ikke denne sammenhæng, der imidlertid bør søges forklaret. Ved sammenligninger imellem træarterne erindres der om, at kun bøgen og granen er undersøgt på forskellige jorder, medens de øvrige løvtræer voksede på svær lerjord (rødellen på tørv) på Vallø, de øvrige nåletræer på let jord.

Det ses, at der for alle arter med undtagelse af skovfyr fandtes en positiv korrelation imellem tilvæksten og nedbøren i måne-

derne maj, juni og juli (august). Egens, rødellens og douglasgranens tilvækstvariationer er dog åbenbart i højere grad bestemt af andre faktorer end af sommernedbøren. Sommernedbørens indflydelse på tilvæksten forklares utvivlsomt først og fremmest ved, at træerne ved stor vandtilgang er i stand til at holde spalteåbningerne åbne og derved fotosyntesen i gang i længere tid, end hvis vandforsyningen er sparsom (*Stålfelt* 1924, *Lundegårdh* 1949 og *Kramer* 1949).

Rødgranen er i særlig høj grad nedbørsafhængig. 30 mm mernedbør i perioden maj—juli resulterer på de fleste lokaliteter i $^3/_4$—1 m^3 højere tilvækst hos rødgranen[1]). Da fordampningen fra skovbunden såvel som fra træerne til en vis grad er under indflydelse af forstlige foranstaltninger, understreges herved betydningen af at have gode læforhold i skoven, af at undgå indvandring af en stærkt vandforbrugende græsvegetation, der tillige hindrer vandet i at trænge ned i jorden (jvf. *Oksbjerg* 1951) etc., forholdsregler der forøvrigt ofte er omtalt som kendetegnende det gode skovbrug (jvf. den fortrinlige afhandling om „vegetationsvandet" i skoven af *Müller* (1876)).

Rødellens afhængighed af vinternedbøren er let forståelig, idet dennes størrelse må øve indflydelse på mængden af det vand, der strømmer igennem ellens voksepladser.

Sommertemperaturen kunne kun for egens vedkommende vises at have en betydelig korrelation med tilvæksten. Det er kendt, at egen trives godt på varme sydvendte lokaliteter, og den vokser ifølge *Oppermann* (1932) hurtigere i de milde end i de kolde dele af landet — alt andet lige.

Oppermann (1932) mener også, at råkoldt vejrlig i det sildige efterår er særlig skadeligt for egen, idet skudmodningen herved hindres, og denne anskuelse synes bekræftet af den fundne korrelation mellem tilvæksten og foregående års efterårstemperatur.

At der ikke ved de øvrige træarter har kunnet påvises nogen korrelation med sommertemperaturen er ikke ensbetydende med, at denne ikke øver nogen indflydelse på tilvæksten; men tempe-

---

[1]) Af de ovennævnte 30 mm nedbør kan man kun regne med, at ca. 20 mm vil nå ned på skovbunden (*Hoppe* 1896, *Bühler* 1918), og for denne del af nedbøren betaler rødgranen gennem sin merproduktion omtrent samme kubikmeterpris, som indbyggerne i en storby betaler for vandværksvand.

raturen er åbenbart så nær ved det optimale, at de forekommende temperaturvariationers indflydelse kun spiller en ubetydelig rolle i forhold til andre, stærkere begrænsende faktorer. Skadelige temperaturvirkninger i form af forårsnattefrost er ikke gjort til genstand for undersøgelse.

Skovfyrrens, douglasgranens og rødellens tilvækstvariationer synes stærkt knyttet til vintertemperaturens variationer. For skovfyrrens vedkommende er dette tidligere (side 109) søgt forklaret ved udtørring i forbindelse med vanskeligheder med vandoptagelse fra den kolde jord. For douglasgranens vedkommende kompliceres forholdet af sodskimmelens indflydelse. *Løfting* (1951 b) angiver dog, at netop disse to arter er meget nærstående med hensyn til deres fordringer til vokseplads, og *Thulin* (1949) anfører, at man efter flere strenge vintre har konstateret skader på douglasgranen.

Rødellens store vandbehov (i forbindelse med konkurrencen med andre arter) henviser den til den jordbund, der vanskeligst opvarmes om foråret, og det forekommer ret sandsynligt, at kolde vintres indflydelse må søges i en lav jordbundstemperatur om foråret.

For askens vedkommende er der muligvis tale om et lignende forhold. Asken er måske følsom fremfor egen og bøgen, fordi dens tilvækst finder sted tidligt og i løbet af et kort tidsrum. *Ladefoged* (1952) fandt, at tre femtedele af askens årring dannedes i maj og juni, og at der efter juli kun sker ringe veddannelse, medens andre løvtræer (bøg, eg, rødel og vortebirk) begyndte med en mindre aktiv veddannelse (imellem en trediedel og halvdelen af årringen dannedes i maj og juni), der til gengæld forblev aktiv langt hen i august.

Det synes meget sandsynligt, at vintertemperaturens indflydelse i disse tilfælde må søges i, at kold jord vanskeliggør vandoptagelsen i perioder, hvor de atmosfæriske forhold bevirker en høj transpiration. *Kramer* (1949) refererer undersøgelser, der viser, at lav jordbundstemperatur påvirker vandoptagelsen højst forskelligt hos forskellige arter. *Kramer* har selv fundet, at vandoptagelsen hos Pinus taeda og Pinus caribaea nedsattes betydelig kraftigere ved lav jordbundstemperatur end vandoptagelsen hos Pinus strobus og Pinus resinosa.

Den sidste faktor, der kunne påvises at have korrelation — og i reglen en ret stærk korrelation — med tilvæksten, var det

foregående års tilvækst. Denne korrelation er sikkert af sammensat natur. Bølgeformede bevægelser i indeksene (herunder langtidige hugstvirkninger), der er forårsagede af mangelfuld alderskorrektion, vil bevirke, at der bliver en vis sammenhæng imellem indeks-værdierne i to naboår; eftervirkninger af frøår vil have lignende virkning, og begge disse forhold vil særlig gøre sig gældende i indeksserier baseret på materiale fra gamle bevoksninger. Endelig vil klimatiske virkninger, der påvirker træets produktionsapparat udover det vækstår, hvori påvirkningen finder sted, give sig udtryk i en sådan korrelation. Fig. 34—35 tyder på, at sidstnævnte forhold er det vigtigste.

For både bøgen og granen ses der en udpræget tendens til, at tilvækstforholdene i det foregående år øver en større eftervirkning, jo ældre bevoksningen bliver. *Mikola* (1950) har fundet et lignende forhold for skovfyr. Hos egen og ædelgranen fandtes den svageste sammenhæng imellem tilvæksten og foregående års tilvækst.

Jeg vil ikke indlade mig på at forklare disse forskelle, men henviser til det side 144 anførte citat af *Huntington.*

Boysen Jensen (1921) siger, at „hvis jordbundsfaktorerne er optimale, vil det formentlig være lyset, der er den begrænsende faktor, således at det kommer an på at udnytte denne faktor så økonomisk som muligt. .... *Det må stå som et* — ganske vist i såre mange tilfælde uopnåeligt — *ideal at gøre jordbundsfaktorerne så gunstige,* at man fuldt ud kan udnytte den lysmængde, der falder på arealet."

De meget forskellige tilvækster, der opnås under tilsyneladende ensartede klimatiske forhold, viser, at jordbundsfaktorerne i skoven kun undtagelsesvis er optimale. De årlige tilvækstvariationer hos de betydningsfuldeste skovtræer viser, at dette specielt er tilfældet med den til rådighed stående vandmængde (sammenlign forklaringen til fig. 37).

Med *Boysen Jensen* (l. c.) må man derfor anse det for lidet sandsynligt, at de forskelle i lysudnyttelse, som forårsages af forskellige hugstmetoder, gennem deres indflydelse på fotosyntesen i sig selv skulle kunne øve nogen synderlig indflydelse på massetilvækstens størrelse, idet lyset — i hvert fald på de dårligste lokaliteter — må være relativt nær optimum. Forskelle imellem forskellige hugstmetoders indflydelse på masse-

tilvæksten på en lokalitet, der ikke byder trævæksten optimale vækstbetingelser, må sikkert snarere søges i deres indflydelse på rodudvikling, jordbundstilstand og bundvegetationens beskaffenhed, forhold som utvivlsomt øver en begrænsende indflydelse på tilvæksten, og som bekendt i nogen grad kan påvirkes af hugstmetoden, jvf. *Müller* (1879), *Wiedemann* (1925), *Bornebusch* (1933), *Ladefoged* (1938), *Oksbjerg* (1951).

Som *Henriksen* (1952) nylig har redegjort for, bør man interessere sig for, hvilke faktorer der begrænser tilvæksten på en given lokalitet, og hvorledes disse faktorer — der formodentlig kun sjældent omfatter lyset — påvirkes af hugstindgrebets styrke.

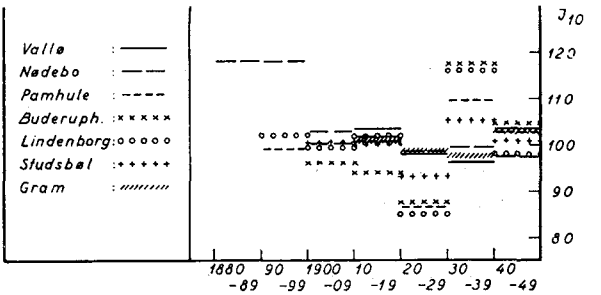
4. Langtidige tilvækstvariationer og skøn over bøgens periodiske tilvækst ved hjælp af meteorologiske observationer.

Praktisk taget alle årringsundersøgelser, der har resulteret i opstilling af lange årringsserier, viser, at der forekommer lange bølger i disse, *Douglass* (1919, 1928 og 1936). *Laitakari* (1920), *Boman* (1927), *Erlandsson* (1936), *Ording* (1941) og *Mikola* (1950) har behandlet sådanne langtidige tilvækstvariationer, og disse og flere andre forskere har kunnet påvise variationer af en vis regelmæssighed, af hvilke nogle synes at kunne sættes i forbindelse med solpletvariationerne. Der henvises herom til de citerede arbejder af *Erlandsson* og *Ording*. Disse forfattere nævner den mulighed, at regelmæssigheden i årringsvariationerne vil kunne udnyttes til skøn over fremtidig tilvækst.

Mit materiale må på forhånd anses for uegnet til undersøgelser af denne art, dels fordi årringsindeksene ikke går særlig langt tilbage i tiden, dels fordi den menneskelige indflydelse på bevoksningernes udvikling har været stor og næppe er tilstrækkelig godt elimineret til sådanne undersøgelser.

For bøg og gran, hvoraf der er opstillet flere uafhængige serier af årringsindeks, vil ensartede langtidige variationer i disse dog give nogen sikkerhed for, at der ikke er tale om reaktioner på menneskelige indgreb.

På fig. 38 og 39 er de 10-årige gennemsnitsværdier af gran- og bøgeindeksene indlagt. For granens vedkommende er der en tendens til ringe tilvækst i årene 1920—29, til stor tilvækst i 1930—39, men forholdene er ikke ensartede for de forskellige indeks, og en eventuel langtidig bølgebevægelse vil også til dels



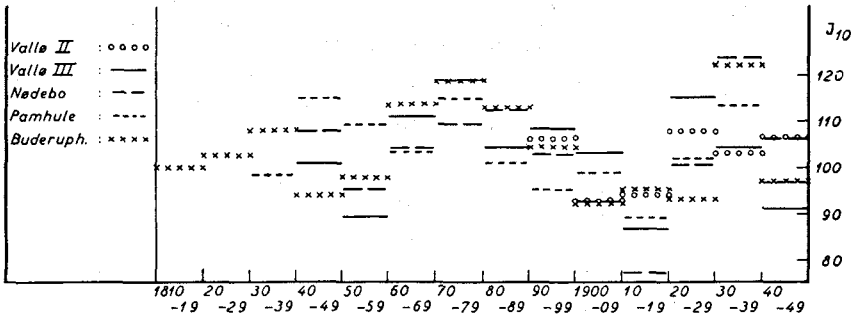
Figur 38. Rødgranens gennemsnitlige årringsindeks i 10-års perioder (I_{10}).

Fig. 38. Average tree-ring index of Norway spruce in 10-year periods (I_{10}).

være elimineret af de korte granindeks ved den foretagne alderskorrektion.

For bøgens vedkommende er forholdet langt klarere, idet man let erkender to lange bølger med en bølgedal i 1850—59, bølgetop i 1870—79, dal i 1910—19 og top i 1930—39. Denne bølgebevægelse kunne tænkes at skyldes generelt virkende forstlige årsager. Således er opgangen fra 1910—19 til 1930—39 sammenfaldende med en stigende hugststyrke (faldende grundflade pr. ha) på flere af distrikterne såvel som for landet som helhed (jvf. *Løvengreen* 1951 c), men denne stigning er dog utvivlsomt også fortsat ind i 40'erne. Man kunne også tænke sig, at nedgangen efter toppen i 1870—79 skyldtes, at man i en opbygningsperiode for skovbruget havde stræbt efter bedre og bedre slutning i de gamle og mellemaldrende bøgebevoksninger. Der foreligger dog ingen historiske vidnesbyrd herom, tværtimod antyder en undersøgelse af grundfladens størrelse til forskellige tider (*Møller* 1938), at hugststyrken i landet snarere har været svagt stigende allerede fra nævnte tidspunkt.

Da de nogenlunde ensartede ændringer i diametertilvæksten på de 4 lokaliteter ikke kan forklares ud fra historiske årsager, er det naturligt at undersøge deres sammenhæng med den klimatiske faktor, nemlig nedbøren i maj + juni + juli, som i foregående afsnit viste sig at øve den største indflydelse på bøgens tilvækst. I tabel 23 og på fig. 40 er maj + juni + juli-nedbørens 10-årige gennemsnit angivet for de samme stationer, som er anført i tabel 20. Endvidere er anført værdierne for København, hvorfra

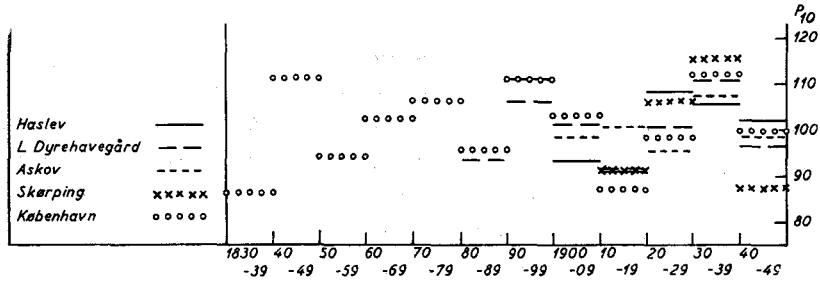


Figur 39. Bøgens gennemsnitlige årringsindeks i 10-års perioder (I^{10}).

Fig. 39. Average tree-ring index of beech in 10-year periods (I_{10}).

den længste ubrudte række af nedbørsmålinger i landet foreligger (*Danmarks Klima* og *Willaume-Jantzen* (1896)). Nedbørstallene for hver station er ligesom årringsindeksene udtrykt i procent af gennemsnitsværdien for perioden 1900—1949.

Det fremgår af fig. 39 og 40, at der er en ganske god overensstemmelse i de langtidige bevægelser i maj + juni + juli-nedbøren og årringsindeksene. Dog giver perioden 1870—79 højere tilvækst, og perioden 1880—89 betydelig højere tilvækst, end man skulle vente efter klimatallene. Disse varierer imidlertid meget fra den ene station til den anden, men dog således, at nærliggende stationer er mest ensartede (København og Lille Dyrehavegaard). Man bemærker også, at de to serier Vallø-indeks har dalende tendens fra 1920—29 i modsætning til de tre andre serier, hvilket stemmer med, at nedbøren målt i Haslev er da-



Figur 40. Relativ maj + juni + juli-nedbør i 10-års perioder (P_{10}) (værdier fra tabel 23).

Fig. 40. Relative May + June + July rainfall in 10-year periods (P_{10}) (values from Table 23).

Tabel 23. Gennemsnitlig maj + juni + juli-nedbør i 10-års perioder udtrykt i procent af gennemsnitsværdien på de enkelte stationer i perioden 1900—1949[1][2].

Table 23. Average May + June + July rainfall in 10-year periods expressed in per cent. of the mean value at the individual stations in the period 1900—1949[1][2].

Periode *Period*	Meteorologisk station *Meteorological station*								
	Haslev	L. Dyrehavegård	Skørping	Askov	København	Abed	Odense	Kalbygård	Middel *Average*
1940—49	102.1	96.4	87.4	98.5	99.7	98.6	95.7	96.3	96.8
1930—39	105.5	110.6	115.3	107.3	111.9	98.9	105.3	107.3	107.8
1920—29	108.2	100.6	106.2	95.3	98.3	101.4	101.4	100.2	101.4
1910—19	91.0	91.3	91.2	100.5	87.0	95.6	93.9	96.7	93.4
1900—09	93.2	101.2		98.3	103.0	105.4	103.6	99.5	100.6
1890—99		106.1		110.9	110.7	114.8	96.0	110.2	108.1
1880—89		93.4			95.5	101.3	92.2	112.4	99.0
1870—79					106.1			96.4	101.3
1860—69					102.3				102.3
1850—59					94.2				94.2
1840—49					111.1				111.1

[1]) Skørping perioden 1910—1949.

[1]) *For Skørping the period 1910—1949.*

[2]) Den gennemsnitlige maj + juni + juli-nedbør i nævnte periode var:

[2]) *The average May + June + July rainfall in the said period was:*

Haslev 165 mm, Lille Dyrehavegård 171 mm, Skørping 181 mm, Askov 175 mm, København (Landbohøjskolen) 153 mm, Abed 153 mm, Odense 150 mm, Kalbygård 160 mm.

lende fra samme tidsrum i modsætning til nedbøren på de øvrige stationer.

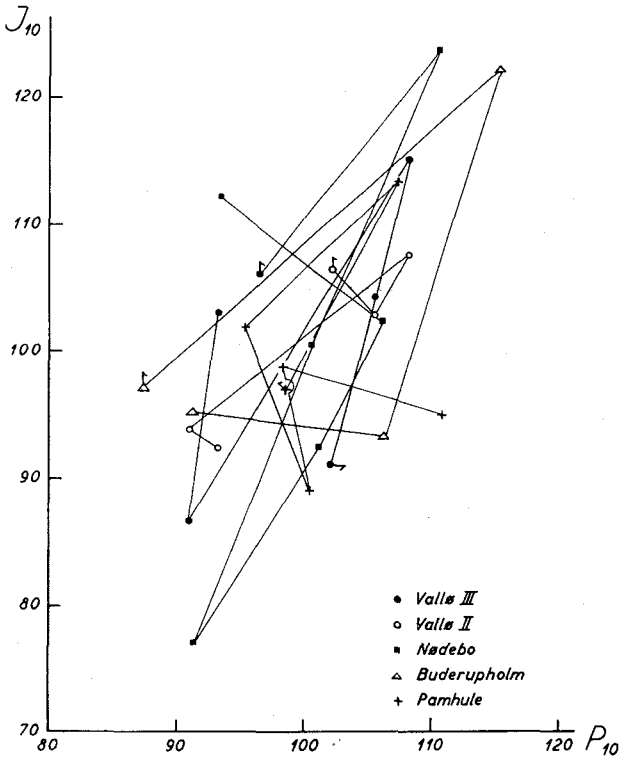
Den mindre gode overensstemmelse imellem nedbøren og årringsindeksene før 1890 kan således til en vis grad skyldes mangelfulde oplysninger om nedbøren. Måske kan den særlig høje tilvækst i 1870—79 også til dels skyldes, at der ikke i dette tidsrum forekom noget stort oldenår, medens der i alle andre 10-årsperioder har været 1 eller 2 store oldenår.

På fig. 41 er den gennemsnitlige tilvækst i de samme 10-års perioder indlagt for hver lokalitet som funktion af den relative maj + juni + juli-nedbør i perioden målt på nærmeste meteorologiske station. Naboperioder er forbundet med linier, og det

ses, at disse i hovedparten af tilfældene ikke afviger særlig meget fra en tænkt fælles udjævningslinie for hele punktsværmen.

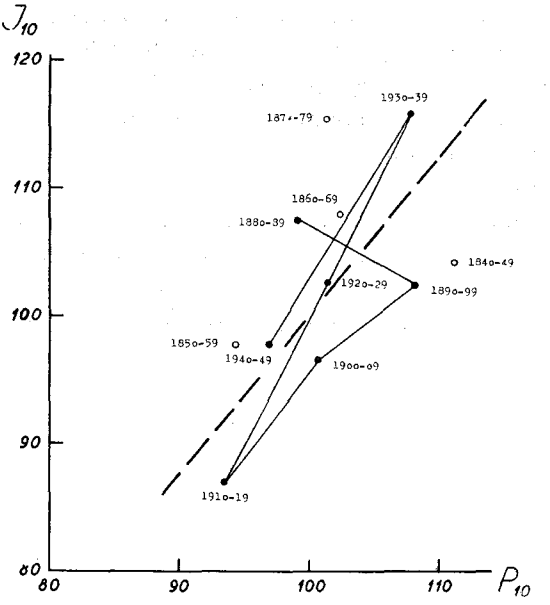
Både de tilfældige fejl på årringsindeksene og på de meteorologiske stationers oplysninger om nedbøren i de *undersøgte bevoksninger* er temmelig store, men kan reduceres noget ved middeltalsdannelse.

Idet gennemsnittet af de 4 lange serier af årringsindeks betragtes som et — om ikke godt så dog brugbart — udtryk for bøgens tilvækstvariationer i landet, og nedbørsvariationerne bestemmes ved de 8 indenfor bøgedyrkningsområdet udvalgte sta-



Figur 41. Sammenhængen imellem bøgens gennemsnitlige årringsindeks i 10-års perioder (I_{10}) og den relative nedbør (P_{10}) i perioden. Naboperioder er forbundet med linier. Fanerne markerer perioden 1940—1949.

Fig. 41. Correlation between relative rainfall in 10-year periods (P_{10}) and the average tree-ring index of beech in 10-year periods (I_{10}). Adjacent periods are interconnected by lines. Pennants denote the period 1940—1949. Rainfall data from meteorological stations mentioned in Table 20.



Figur 42. Middel af bøgeindeks (Vallø III, Nødebo, Buderupholm og Pamhule). Gennemsnitlig indeksværdi i 10-års perioder (I_{10}) som funktion af 10-års periodens relative maj + juni + juli-nedbør (P_{10}) (gennemsnit af de i tabel 23 angivne meteorologiske stationer).

Fig. 42. Average of beech indices (Vallø III, Nødebo, Buderupholm and Pamhule). Average index value in 10-year periods (I_{10}) as a function of the relative May + June + July rainfall of the 10-year period (P_{10}) (average of the meteorological stations indicated in Table 23).

tioner i tabel 23, finder man den på fig. 42 viste sammenhæng imellem nedbørsvariationer og tilvækstvariationer. Punkterne før 1880 kan ikke tillægges nogen større betydning, idet nedbørens størrelse for disse punkter er højst usikkert bestemt. Årringsindeksene bliver iøvrigt også usikrere, jo længere vi går tilbage i tiden.

Figuren viser, at der er en ret nøje sammenhæng imellem de to undersøgte størrelser. Sammenhængen kan for de 7 nogenlunde sikkert bestemte punkter udjævnes ved den rette linie

$$I_{10} = -25 + 1{,}25\ P_{10}$$ [1])

[1]) Regressionskoefficienten er en del større, end man skulle vente efter funktionerne i tabel 21. Dette kan til dels forklares ved, at observationerne af de uafhængige variable i de nævnte funktioner var behæftede med betydelige tilfældige fejl, hvilket vil formindske regressionskoefficienterne, dels måske også ved, at den klimatiske eftervirkning er flerårig.

hvor

I_{10} = gennemsnitlig tilvækst i en 10-års periode udtrykt i procent af den gennemsnitlige tilvækst for perioden 1900—1949.

P_{10} = gennemsnitlig maj + juni + juli-nedbør i samme 10-års periode udtrykt i procent af denne størrelses gennemsnit for perioden 1900—1949.

Middelfejlen på koefficienten til P_{10} er $\pm$ 0,46, og koefficienten er signifikant forskellig fra 0 (5 procent grænsen); r = + 0,75.

Figuren og formlen kan bruges til *skøn over bøgens tilvækst i 10-års perioder* for landet som helhed, og den kan i mangel af bedre også anvendes til skøn over tilvækstforholdene i vilkårlige 10-årsperioder for et skovdistrikt. Dog bør man sikkert helst i så tilfælde udvælge to eller flere meteorologiske stationer i nærheden af distriktet og danne middeltal af disse. Ved sammenligninger af tilvækstforholdene i to perioder er det ligegyldigt, om man har gode normaltal for nedbøren på de benyttede stationer.

Spredningen på punkterne på fig. 41 og fig. 42 hidrører formentlig i væsentlig grad fra usikkerhed ved de opstillede indeks, således at skøn over tilvæksten udført som omtalt foran vil blive bedre, end man får indtryk af ved betragtning af figurerne.

På figur 42 kan den mindre stejle tilvækstnedgang fra 1890—99 til 1910—19, den stejle stigning herfra til 1930—39 og den mindre stejle nedgang igen til 1940—49 skyldes tilfældigheder i materialet.

Stigende diametertilvækst i perioden 1890—1949, som man må vente af historiske grunde som følge af forøget hugststyrke, vil dog netop forårsage et sådant forløb. Det er imidlertid ikke gørligt på objektiv måde at udskille langtidige hugstindflydelser af årringsindeksene.

På grund af de usikkerhedsmomenter, som langtidige hugstændringer medfører, kan man næppe — selv ved indsamling af meget store årringsmaterialer fra et *enkelt* distrikt — forvente at få væsentlig bedre udtryk for langtidige klimabetingede tilvækstvariationer, end man kan få ved benyttelse af de meteorologiske observationer.

XI. OVERSIGT.

Mange undersøgelser har vist, at skovtræernes årringsbredde kan være vidt forskellig i forskellige år. Som følge af klimatiske uligheder kan der dog vanskeligt af udenlandske undersøgelser drages slutninger om årringsvariationernes størrelse eller årsager i Danmark.

Årringsvariationernes størrelse er belyst af flere danske forfattere, først og fremmest af *Reventlow, Løvengreen* og *Holmsgaard,* men der findes kun få oplysninger om, hvorvidt årringsvariationerne forløber ensartet hos forskellige træarter, om de påvirkes af voksepladsen, af træernes alder m. v.

Om de klimatiske forhold, der er årsag til tilvækstvariationerne her i landet, vides meget lidt, idet spørgsmålet kun har været behandlet af *Lütken,* der fandt, at massetilvæksten i 5-års perioder på en ædelgranprøveflade på Bornholm viste nogen overensstemmelse med periodernes relative nedbør, af *Løvengreen,* der fandt, at rødgranens årlige massetilvækst på Frijsenborg gennemgående fulgte nedbørsvariationerne i april, maj, juni og juli, og af *Holmsgaard,* der har vist, at rødgranens årringsbredde i Gludsted plantage var stærkt afhængig af nedbøren i maj—juli, medens skovfyrrens årringsbredde i Linå Vesterskov havde størst korrelation med februar—april temperaturen.

Denne undersøgelse er udført for at bidrage til klarlæggelsen af årringsvariationernes størrelse hos vore vigtigste træarter, for at fremskaffe materiale, der kan anvendes til at korrigere tilvækstundersøgelser for de ulige gode vækstbetingelser i forskellige år, og endelig for at muliggøre et forsøg på at finde ud af, hvilke forhold der er årsag til årringsvariationerne.

Der er lagt særlig vægt på undersøgelse af bøg og rødgran, og af disse træarter er der indsamlet materiale fra flere lokaliteter, medens der af eg, ask, rødel, ædelgran, sitkagran, douglasgran, skovfyr og ene kun er undersøgt materiale fra enkelte lokaliteter. Der er i alt målt ca. 78000 årringe.

For at eliminere hugstvirkninger m. v. er det nødvendigt at måle årringene på mange træer. Undersøgelse af et af forfatteren tidligere indsamlet materiale viste, at borspåner af 6—8 træer i 6—8 bevoksninger eller i alt *ca. 50 borspåner giver et ganske godt udtryk for de klimabetingede tilvækstvariationer på en lokalitet,* og at 6—8 træer også i de fleste tilfælde giver et nogenlunde godt billede af årringsvariationerne i den enkelte bevoksning.

Årringsmålingerne udførtes med mikroskop med måleokular. Rigtig datering af årringene voldte kun vanskeligheder hos bøg, hvor der på en fjerdedel af de udtagne borspåner fra Buderupholm i et eller flere år med tilknytning til stor oldenbæring ikke var afsat årringe.

Årringsbredderne korrigeredes for den gennemsnitlige indflydelse, som træernes alder udøver, og der dannedes derefter for hver lokalitet middeltal, såkaldte *årringsindeks, der angiver, hvor stor årringsbredden har været i de enkelte år, udtrykt i procent af det normale,* der defineredes som gennemsnitsværdien i 50-års perioden 1900—1949. De fremstillede årringsindeks er vist på figur I—III.

Den anvendte metodiks nøjagtighed bedømtes ved hjælp af to serier uafhængigt opstillede rødgranindeks fra Rold skov, og det viste sig, at middelfejlen på en indeksværdi i disse materialer er ± 5.6 enheder, og middelfejlen på ændringen af værdien fra et år til det næste er ± 5.8. De tilsvarende tal for to serier bøgeindeks fra Vallø er ± 8.0 og ± 6.3. En væsentlig del af usikkerheden ved årringsindeksene hidrører fra usikkerheder forbundet med alderskorrektionen.

Selv om flere forfattere har påvist ensartede årringsvariationer i stammernes nedre dele, synes det dog ikke tilstrækkeligt oplyst, om årringsindeks baseret på brysthøjdemateriale kan bruges som udtryk for massetilvækstens relative størrelse. Årringsvariationerne ved forskellige højder på stammerne i 1 rødgran- og 2 bøgebevoksninger undersøgtes derfor, og det viste sig, at variationerne forløber meget ensartet ved alle højder i rødgranstammerne og i den nedre halvdel til to trediedele af bøgestammerne, hvor hovedparten af tilvæksten afsættes. *Årringsindeksene må derfor antages at være gode udtryk for rødgranens relative massetilvækst og ganske gode udtryk for bøgens.*

Det undersøgtes, om tyndingshugster og frøsætning tilslører de klimabetingede tilvækstvariationer. *Tyndingshugsterne* kan næppe spille nogen større rolle ved den anvendte metodik, idet årringsbredden i brysthøjde gennemsnitligt kun stiger 6—12 procent efter normale tyndinger. Ved at man samarbejder materiale fra flere bevoksninger med tilfældigt fordelte hugstår, vil hugsternes korttidige indflydelse derfor reduceres til at være ubetydelig i sammenligning med de klimatisk betingede variationer.

Frøbæringen spiller derimod en overordentlig stor rolle. Så vidt det er forfatteren bekendt, har på det tidspunkt, da disse undersøgelser udførtes, kun *Hartig* og *Schumacher* fremlagt materialer, der viser, at frøbæring kan nedsætte tilvæksten hos skovtræer, og en uddybning af spørgsmålet ved hjælp af et større materiale syntes derfor påkrævet — navnlig da frøsætningen ofte sker ensartet over større områder, og dens virkninger derfor vanskeligt lader sig udskille fra de direkte klimabetingede årringsvariationer.

Da bøgens frugtsætning foreligger nogenlunde godt oplyst for de sidste 100 år, kunne spørgsmålet belyses ret grundigt for denne træart, og det viste sig, at *årringsbredden i store oldenår er nedsat til det halve i gamle bøgebevoksninger,* og også i de to næste år er årringsbredden reduceret, formentlig fordi der oplagres reservestoffer til erstatning for, hvad der forbruges i oldenåret. Tilvækstreduktionen synes at være størst i stammernes øvre dele.

For rødgranens vedkommende er forfatteren ikke i besiddelse af så gode oplysninger om frøårene, men så vidt man kan slutte af materialet, nedsættes årringsbredden i gamle bevoksninger med mindst 25—30 procent i store frøår, og der er muligvis også ved denne træart tale om en flerårig nedsættelse.

Fremtidige årringsundersøgelser til klarlæggelse af klimaets indflydelse på tilvæksten bør formentlig derfor i højere grad end hidtil baseres på materiale fra unge bevoksninger. Dette gælder specielt undersøgelser af bøgens forhold, idet denne arts årringsvariationer i gamle bevoksninger i højere grad præges af frugtbæringen end af egentlige klimatiske forskelle i tilvækstbetingelserne.

Epidemiske svampe- og insektangreb vil også kunne tilsløre de klimabetingede tilvækstforhold. Der foreligger dog ikke oplysninger, der muliggør undersøgelse af forholdet. Man må navn-

lig befrygte, at de fundne tilvækstvariationer hos eg og douglasgran kan være prægede af henholdsvis larve- og sodskimmelangreb.

Årringsvariationerne er meget ensartede i bevoksninger af forskellige provenienser af skovfyr og rødgran, idet de store maksima og minima er fælles for alle provenienser. For rødgranens vedkommende tyder materialet dog på, at bevoksninger af frø fra nærliggende egne har noget mere ensartede variationer, end hvis frøet stammer fra fjerntliggende områder; men forskellene er så små, at det ikke kan have nogen betydning for det foreliggende arbejde, at de undersøgte rødgranbevoksninger er af ukendt proveniens.

Årringsvariationerne er i regelen større, jo ældre bevoksningerne er. For bøgens vedkommende synes de med alderen tiltagende variationer at kunne forklares som en følge af frugtsætningen; hvorvidt dette også er tilfældet hos andre arter, foreligger der ikke materiale til at bedømme.

Tilvækstvariationerne er størst på dårlige granboniteter. Dog er variationerne lige så store på lerjord på Vallø som i hedeplantager. Der er ikke større forskelle i tilvækstvariationernes størrelse på de 4 undersøgte bøgelokaliteter.

Da *fritstående træer* ikke er påvirkede af hugstvirkninger, kunne man tænke sig, at det ved hjælp af et relativt lille årringsmateriale fra sådanne træer ville være muligt at fremstille indeksværdier, der er brugbare til korrektion af tilvækstundersøgelser. Selv om årringsvariationerne hos nogle undersøgte fritstående bøge lignede variationerne i sluttede bevoksninger meget, var der dog også visse uoverensstemmelser, og en undersøgelse af bøge i en bevoksningskant viste, at de forskellige vindforhold i forskellige år påvirker årringsbredden hos eksponerede træer stærkere end årringsbredden hos træer i det indre af bevoksningen. (Det er, så vidt vides, første gang, det er påvist, at vindforholdene kan være medårsag til årringsvariationerne). Om disse forskelle i almindelighed vil være af en sådan størrelsesorden, at de spiller nogen praktisk rolle for anvendelse af materiale fra fritstående træer, kan dog kun yderligere undersøgelser afgøre.

De fremstillede årringsindeks kan bruges til *korrektion af tilvækstundersøgelser,* specielt er de egnede til korrektion af

undersøgelser, hvor der sammenlignes tilvæksttal fra forskellige korte perioder. Tilvæksttal for *enkelte* prøvefladamålinger er i almindelighed behæftede med så store tilfældige fejl, at det ikke er umagen værd at foretage nogen korrektion for klimatiske forskelle, medens sådan korrektion med fordel kan udføres på tilvækstbestemmelser fremkommet ved stammeanalyser eller som gennemsnit af samtidige målinger af flere prøveflader.

Endskønt mange forhold som foran omtalt påvirker årringsbreddens størrelse, er de fælles træk i variationerne, selv i fjerntliggende bevoksninger, dog påfaldende, og *årringsvariationernes klimatiske afhængighed er derfor åbenbar.*

Forsøg på at finde ud af denne afhængighed ved at forklare enkelte særlig gode eller særlig dårlige tilvækster ud fra klimatiske forhold i sådanne specielle år er bevidst undgået, idet dette ifølge forfatterens opfattelse forudsætter en ikke foreliggende detailviden om mange forskellige klimatiske faktorers indflydelse på tilvæksten.

Undersøgelsen er foretaget ved korrelationsanalyser og grafiske undersøgelser og resulterede i ligninger af formen

$$X_1 = a + b_2 \cdot X_2 + b_3 \cdot X_3 \ldots\ldots$$

hvor X_1 er indeksværdien i et givet år, X_2, X_3 ... meteorologiske udtryk og a, b_2, b_3 ... konstanter, som bestemmes af materialet. Det er kun en grov tilnærmelse til sandheden at udtrykke vejrligets godhed for trævæksten ved hjælp af meteorologiske månedsmiddeltal, således som det er sket, men forfatteren har anset det for vigtigt at behandle materialet på en sådan måde, at personlige skøn over hvilke faktorer, der særlig påvirker tilvæksten, reduceres til at have en minimal indflydelse på bearbejdningens resultat.

Undersøgelsen viste, at de faktorer, som man må antage spiller den største rolle for tilvækstens størrelse, er de i skemaet på næste side anførte.

Nedbøren i maj—juli er for de fleste af de undersøgte arter af stor betydning for tilvækstens størrelse, medens sommertemperaturen kun kunne påvises at have nogen betydning for eg og ædelgran. Sommernedbørens indflydelse på tilvæksten skal utvivlsomt først og fremmest forklares ved, at træerne ved god vandtilgang er i stand til at holde spalteåbningerne åbne og derved

Træart	Vækstforholdene året før	Efterårstemperaturen året før	Temperatur i månederne januar-april	Temperatur i månederne juni-sept.	Vinternedbør	Nedbør i månederne maj-juli (aug.)
Bøg	X X					X X
Eg		X		X X		X
Ask	X X		X			X X
Rødel	X X		X X		X	X
Rødgran	X X				(X)[1]	X X
Ædelgran	X			X		X X
Sitkagran	X X					X X
Douglasgran	X X		X X			X
Ene	?					X X
Skovfyr	?		X X			

[1]) Kun på Vallø.

fotosyntesen i gang i længere tid, end hvis vandforsyningen er sparsom. Indflydelsen af efterårstemperaturen året før på egens tilvækst kan forklares ved dens indflydelse på skudmodningen.

Lave vintertemperaturers ugunstige indflydelse på flere træarters vækst forklares formentlig ved, at vandoptagelsen hæmmes af den kolde jord om foråret, hvorved der dels kan indtræde en svækkelse af træerne som følge af udtørring, dels en afkortning af vækstperiodens længde.

Også de klimatiske forhold i tidligere år spiller en rolle for tilvækstens størrelse, formentlig fordi træernes bladmasse, rodsystemets effektivitet m. v. afhænger af tidligere års klimatiske forhold. Af praktiske grunde er de tidligere års tilvækstforhold dog ved bearbejdningen angivet ved en enkelt størrelse, nemlig tilvæksten i året før det undersøgte.

For rødgran, hvoraf der foreligger det bedste materiale, viste undersøgelsen, at 10 mm mere (eller mindre) nedbør i hver af månderne maj, juni og juli gennemgående vil forårsage følgende tilvækststigninger (eller -fald):

Vallø	7.5	procent	eller	ca.	1.7	m^3	pr.	ha
Nødebo	4.6	„	„	„	0.9	„	„	„
Buderupholm-Lindenborg	4.1	„	„	„	0.7	„	„	„
Pamhule	3.9	„	„	„	0.8	„	„	„
Studsbøl	5.2	„	„	„	1.1	„	„	„
Gram pl.	8.0	„	„	„	0.9	„	„	„
Gludsted pl.	9.3	„	„	„	0.4	„	„	„

Det ses, at de relative tilvækstudslag er størst i hedeplantagerne og på den svære jord på Vallø, og at vandet i begge tilfælde må anses for at være en udpræget minimumsfaktor, på hederne fordi jorden kun indeholder lidt vand om foråret, på Vallø formentlig fordi jorden er så frugtbar, at plantenæringsstofferne ikke udøver nogen begrænsende virkning på tilvæksten, hvilket antages at være tilfældet på de såkaldte gode granjorder. Tørkefølsomheden på hederne og på lerjorden er måske grunden til, at rødgranens sundhedstilstand er særlig dårlig disse steder.

Sikre *langtidige variationer i de klimatiske vækstbetingelser* kunne som følge af materialets begrænsede omfang kun konstateres hos bøg. Her erkendes let to lange bølger i årringsindeksene med en bølgedal i 1850—59, bølgetop i 1870—79, dal i 1910—19, top i 1930—39 og nedadgående bevægelse igen i 1940'erne. Der er tale om ret betydelige tilvækstforskelle, idet bøgen i 10-års perioderne 1870—79 og 1930—39 havde en tilvækst, der var 25—30 procent større end i 10-års perioden 1910—19.

Den langtidige bevægelse i tilvækstens størrelse stemmer ganske godt overens med bevægelserne i maj—juli-nedbøren, og sammenhængen kan for tiden efter 1880 (tidligere foreligger der ikke tilstrækkelige meteorologiske observationer) angives ved ligningen

$$I_{10} = -25 + 1.25\ P_{10},$$

hvor

I_{10} = gennemsnitlig tilvækst i en 10-års periode udtrykt i procent af den gennemsnitlige tilvækst for perioden 1900—1949,

P_{10} = gennemsnitlig maj + juni + juli-nedbør i samme 10-års periode udtrykt i procent af denne størrelses gennemsnit for perioden 1900—1949.

Formlen kan benyttes til ved hjælp af meteorologiske observationer at skønne over tilvækstforholdene for bøg i 10-års perioder både for landet som helhed og for enkelte skovdistrikter. Selv om sådanne skøn naturligvis vil være fejlbehæftede, vil de dog efter forfatterens opfattelse kunne indebære en forbedring af sikkerheden ved sammenligninger mellem tilvæksttal fra forskellige perioder.

SUMMARY

TREE-RING ANALYSES OF DANISH FOREST TREES

I. Historical Review.

The paper gives only a brief historical account of investigations of the annual increment variations in trees. Otherwise, reference is made to reviews in works by *Antevs* (1917), *Erlandsson* (1936), *Ording* (1941), *Glock* (1941), *Dobbs* (1951) and *Huber & Jazewitsch* (1952 a).

As investigations have shown that the increment variations in trees of Norway, Sweden and Finland are mainly due to the temperature conditions, while in Central Europe (apart from mountainous regions) they can chiefly be ascribed to variations in precipitation, it is difficult to draw conclusions as to conditions in Denmark based on investigations made in neighbouring countries.

Some Danish investigations showing the annual variations in ring-width or volume increment in single stands are available. Of more comprehensive papers, based on investigations of a great number of trees from different stands, there are but few, however, (*Reventlow*, posthumously 1879 and 1934; *Løvengreen*, 1935 and 1951 b; and *Holmsgaard*, 1945 a and b).

Little is indicated about the dependence of the increment on meteorological conditions. Prior to 1800, *Reventlow* (1879) made extensive ring measurements of 61 oaks and 181 beeches, and he calculated the mean ring-width for each year in the period from 1763 to 1792 for 4 groups of trees, "in order to find out whether climatic conditions or other chance conditions furthered or checked the growth in any year as compared with that in any other year". However, *Reventlow* indicates nothing as to which climatic conditions might be assumed to have caused the ring variations found. *Lütken* (1891) found that the increment of Silver fir in 5-year periods showed some agreement with the relative precipitation of the period (mean precipitation for the whole year divided by the mean temperature for March—November). *Løvengreen* (1935) found that the annual volume increment in Norway spruce in the Frijsenborg forest district was dependent on the rainfall in the months of April, May, June and July. *Holmsgaard* (1945) showed that the ring-width of Norway spruce in a heath plantation on poor sand was greatly dependent on the rainfall in the months of May, June and July, and that the ring-width of Scotch pine on good quality soil had the greatest correlation with the temperature in February—April, whereas no dependency on the precipitation could be established.

II. The Data Investigated.

Greatest importance has been attached to investigations of beech (Fagus silvatica L.) and Norway spruce (Picea Abies (L.) Karst.), which are the most important species in Danish forestry. The investigations have, however, also comprised data of oak (Quercus robur L.), ash (Fraxinus excelsior L.), alder (Alnus glutinosa (L.) Gaertn.), Silver fir (Abies alba Mill.). Douglas fir (Pseudotsuga taxifolia (Poor.) Britt.), Sitka spruce (Picea sitchensis (Bong.) Carr.), Scotch pine (Pinus silvestris L.) and juniper (Juniperus communis L.). Juniper is no forest tree, but has been included as the only conifer which is known with certainty to be native to Denmark.

The object of this work is merely silvicultural, and all data have been collected from typical, well-tended forest districts. All the stands examined were even-aged, and, with few exceptions, they comprised only the species examined. Endeavours were made to include stands of different ages, with a view to the accuracy of the age correction. Virgin forest is not found in Denmark, and all stands investigated have been subject to thinnings, which, according to common practice in Denmark, are made every 2 to 4 years in young stands and every 5 to 8 years in old stands. Consequently, the individual thinnings are not heavy.

Descriptions of the stands examined are found in Table I[1]), and location of the sites appear from Table 1 and Fig. 1.

The tree-ring measurements, of which about 78,000 were taken, were made on increment cores taken at breast-height from trees with a diameter which was about the same as the mean diameter of the stands. Generally, only one core was taken from each tree.

III. The Methods Applied and an Estimate of their Accuracy.

1. Due to the effect of the thinnings and other human influence it was necessary to form an estimate of the number of trees which, under the circumstances, it would be necessary to examine in order to eliminate the individual ring variations. A previous investigation (*Holmsgaard* 1945) formed the basis of such an estimate.

a. Table 2 shows that the same correlation between the most important climatic factors and the ring variations would have been obtained if these variations were determined on the basis of data from 6 to 8 stands as if they were determined on the basis of data from two or three times as many stands.

b. Should it be desired to get a fairly good expression for the climatically conditioned ring variations of individual stands, this would appear to be obtainable under Danish conditions by measurement of increment cores from 6 to 8 trees (Table 3 and Fig. 2). It is true that some stands will have particularly untypical ring variations

[1]) Tables I—XIX and Figs. I—III will be found at the back of the treatise.

(the two lowermost curves in Fig. 2), but it does not pay for that reason to increase the number of increment cores in investigations like the one here made. It is a better plan to include a greater number of stands in the investigation.

In accordance herewith, the data from most of the localities consist of 6 to 8 increment cores from 6 to 8 stands — or about 50 increment cores in all. Of Douglas fir and Sitka spruce, however, there is only data from two stands and of juniper from one stand only.

2. Measurements of the ring-widths were taken with a microscope fitted with eyepiece micrometer — in the majority of cases with a magnification of 24 times, the unit of measurement being $^1/_{18}$ mm. Measuring was done on soaked increment cores. In cores of beech and alder the pores were filled with white opaque.

The dating of the annual rings was checked by crossdating, and the dating gave rise to difficulties only in beech data from the poorest site (Buderupholm). Of 53 cores from that locality, annual rings were absent in 14. By the taking of three new cores from each of these trees, the absent rings were found in 5 cases (Table 5). The absence of annual rings seems to have been caused by heavy seedbearing. Annual-ring investigations of beech from a site still poorer than Buderupholm were abandoned on account of too great dating inaccuracy.

3. The series of mean figures for the ring-widths from the individual stands were adjusted for age effect by means of age curves plotted on the basis of the mean ring-widths from the 6 to 8 stands in each group of data. The age curves (Fig. 4) were drawn by graphic smoothening of the average width of annual ring No. n, n + 1, n + 2, etc. — counting from the pith.

The mean ring-widths for each stand were expressed in percentages of the age curve values and finally multiplied by a constant which made the average of the whole series equal to 100. The resulting percentual mean ring-widths (Table II—XIX) form the principal basis for the judgment of the ring variations in the individual stands. Due to the long-lasting effects of thinnings, etc. it is impossible to attach any importance to the values for individual stands as an indication of the quality of the growing seasons.

For each calendar year, the mean value of the percentual mean ring-widths was calculated. After two corrections, the tree-ring indices are given in the columns to the extreme right in Tables II—XIX and on Plates I—III.

The corrections in question have both been suggested by *Ruden* (1945): —

a. When one stand is left out from the material, the tree-ring indices for the subsequent years are corrected so that the untypically large or small ring-widths of the omitted stand will not bring about any change in the level of the index values.

b. All series containing the period 1900—1949 are multiplied by factors making the average of the index values of the mentioned period equal to 100, thus making unequally long series comparable.

4. The accuracy of the tree-ring indices as an expression for the growth conditions of the year could be estimated by means of the independently set up Norway spruce indices for Lindenborg and Buderupholm, where the two groups of stands investigated are situated only 2—3 kilometres apart, and by means of Indices I (stands with a breast-height age of 28 to 61 years) and Indices II (62 to 82 years) for beech from Vallø.

The individual index value appeared to have a standard error of ± 5.6 (Norway spruce) and ± 8.0 (beech). The variation in the index value from one year to another has been determined with a standard error of ± 5.8 and ± 6.3, respectively, which, in conjunction with the first-mentioned standard error, is a clear indication that comparisons between neighbouring index values in the same series do not afford so great possibilities of error as comparisons between index values for distant years.

IV. Ring Variations at Different Heights above Ground, and the Applicability of the Tree-Ring Indices as an Expression for the Relative Magnitude of Volume Increment.

Although several authors have examined the uniformity of the ring variations in the lower part of the trunks (*Knuchel* and *Brückmann*, 1930; *Ording*, 1941; *Eklund*, 1942); and *Douglas* (1928) and *Glock* (1937) by a thorough investigation of individual trees have demonstrated extensive vertical uniformity, a further investigation of whether the tree-ring indices give a good reflection of the annual variations in the volume increment seemed, however, to be called for.

The ring variations were, therefore, investigated in 7 to 8 trees in one Norway spruce stand and two beech stands. Each tree was examined at six different heights (Figs. 5—7), and the variations proved to be fairly uniform at all heights. Also the relative magnitude of the variations is the same (Figs. 13—15).

The correlation between the tree-ring indices for the locality and the percentual mean ring-widths at all heights of measurement (Table 9) shows that the tree-ring indices are extraordinarily good expressions for the relative volume increment of the Norway spruce and useable expressions for that of the beech stands. The top sections and branch cross-sections of beech show less good agreement with the other parts of the tree, where, however, the larger part of the volume increment is found (Figs. 9 and 10).

The ring variations of both beech stands seem to indicate that the best expression for the climatically conditioned increment variations is obtained by measuring the annual rings at some distance above breast-height (cf. Table 9).

V. Ring Variations due to Thinnings, Seed-bearing, etc.

1. As mentioned, the thinnings practised in Danish forestry are rather light, considered individually, and an investigation of data from a rather typically treated forest district showed that the first or second summer after thinning the ring-width becomes 6—12 per cent. greater, on an average, than in the year preceding the thinning (Fig. 16). By the methods used, with collection of data from 6 to 8 stands the thinnings of which may be considered as random distributed, the effect of the thinnings on the tree-ring indices will, therefore, be rather insignificant, at least so far back as all 6 to 8 stands date.

2. It has often been assumed that seed-bearing must be able to reduce the ring width. As far as the author knows, such a reduction has, however, only been demonstrated by *Hartig* (1889) and *Schumacher* (1890), and in both cases based on so scant data (of beech) that no conclusion can be drawn as to the magnitude of this reduction in general.

As far as beech is concerned, fairly good information is available about the seed-bearing (summarised in Table 10), and it has been possible to investigate this question on the basis of information from the last 100 years.

A comparison between middle-aged stands which cannot yet have borne many seeds (Index II) and old seed-bearing stands (Index III) from Vallø, showed that the ring-width of the latter was reduced essentially, both in large and small seed years (Table 11). This comparison also showed that on an average the climate of the seed years were normal for the increment of the young stands, and that, consequently, the influence of the seed years can be measured directly from the size of the percentual mean ring-width for old stands. It is necessary, however, to have many stands and form a mean figure of many seed years in order to eliminate the influence of the climatic differences on the ring-width.

Such an investigation was made (Table 12, Figs. 17 and 19), and it showed that the ring-width of beech in trees which are 100 years old or more, is reduced greatly by the bearing of seeds. From an age of about 130 years the ring-width in good seed years (which generally occur at 6 to 7 years' intervals) is, on an average, only half the size of the rings in the years which are not affected by seed-bearing.

Furthermore, there is a considerable increment reduction for at least two years following a good seed year, presumably because the trees then restore the food reserve drawn upon for the formation of seeds.

The old beech stand the ring-widths of which were examined at various heights on the stems, had generally the greatest increment reduction caused by seed bearing in the upper parts of the stems (Table 13 and Fig. 18), which bears out the findings of *Hartig* and *Schumacher*.

Less information is available about the seed years of Norway spruce, but as far as it is possible to conclude on the basis of material from three localities for which detailed information exist, the ring-width is reduced by 25—30 % in 60-year-old and still older stands (Tables 14 and 15). Also in Norway spruce there may be a question of an effect over several years. No difference in the size of the increment reduction at different heights of the trunks could be found in the stand investigated[1]).

It should be observed that nothing particular is known about the seed-bearing in the stands examined, but, generally speaking, the years in question were seed years. Considerably greater increment reductions may, therefore, be expected in trees particularly rich in seeds or in extraordinarily good seed years.

Since the seed years — at any rate as far as beech and Norway spruce are concerned — thus tend to obscure considerably the climatically conditioned increment differences, more importance should, no doubt, be attached to the collection of data from young stands, in future investigations of the relation between ring-width and climatic conditions. For beech, the seedbearing in old stands has a greater effect on the ring increment than the direct climatic differences.

3. Damage caused by insects and fungi has hardly had any influence on the data of beech and Norway spruce as epidemic attacks on these species are very rare in Denmark. On the other hand, such attacks may very well have affected the ring growth in other species. Oak is frequently subject to defoliation, resulting in reduced ring-widths (*Carbonnier*, 1951), and during the last decade or so Douglas fir has suffered from shedding of needles in consequence of attacks by Phaeocryptopus Gäumanni (*Thulin*, 1949).

VI. Ring Variations in Stands of Different Provenances.

As more than one-half of the Danish forest area is covered with foreign tree species, it is of interest to investigate whether stands of different provenances have different ring variations. Data from provenance experiments with Norway spruce (Fig. 20) and Scotch pine (Fig. 21) were investigated. Neither of these species is native in Denmark.

For both species, the ring variations are very uniform, the larger maxima and minima being common to all provenances. In Norway spruce, however, the variations are most uniform in stands originating from neighbouring regions (Table 16), and the stand of the northernmost provenance (Steinkjer) shows the greatest disagreement with the others.

---

[1]) *Danilow* (Botanitscheskij Journal 38, 1953) (Abstract in Allgemeine Forstzeitschrift 8, 1953 p. 454) found by investigation of 5 seed-years that the year rings of old seedbearing spruces were 35—40 per cent. smaller than normal. In the years after the seed-years the rings were reduced by 20—25 per cent.

The German provenances of spruce, which originate from regions with ample rainfall, respond most heavily to variations in the rainfall.

The differences in the ring variations are so small, however, that the fact that the Norway spruce data were collected from stands of unknown provenance is hardly of any consequence to the present work.

The ring variations of the Scotch pine experiment show good agreement with the variations in the February-April temperature, and thus bears out the relationship found previously by the author. No material of Scotch pine other than that of the provenance experiment was examined.

VII. The Magnitude of the Ring Variations in Different Localities and their Dependency on the Stand Age.

The percentual standard deviation of the mean ring-width was calculated for ten-year age classes (Table 17 and Figs. 24—26). Furthermore, the standard deviation of the index values was calculated for the beech and Norway spruce indices (Figs. 27 and 28). In almost all data the standard deviation increases with the age. As far as beech is concerned, this increase seems to be explained by the effects of seed bearing. We find here that a series of index values based on seed-bearing stands (Index III, Table II_{III}) and a series from young stands (II, Table II_{II}) — both from Vallø — have the same standard deviation (14.6 and 13.8, respectively) when from the former index series the years are left out whose increment, according to information about seed years, must be assumed to be affected thereby (Fig. 29). It seems likely that the seed bearing also plays a part in the increment variations increasing with the age in other species, but data for the elucidation of this matter is not available.

There does not seem to be any great difference in the relative magnitude of the increment variations in the various beech data, whereas the ring variations of Norway spruce are increasing with decreasing site quality — with the notable exception, however, that stands of rather good quality, but growing on stiff clayey soil at Vallø, have just as great increment variations as stands growing on lean sand.

VIII. Tree-Ring Variations in Beech in a Stand Border affected by the Wind and in Isolated Beeches.

The Danish climate is very windy, and in order to judge whether the annual ring variations of isolated trees, which are more liable to be affected by the wind, could be taken as an expression for the variations in closed stands, so that the collection of large amount of data to eliminate the effect of thinnings, etc. could be avoided, it was first investigated whether wind modifies ring variations. This proved to be the case.

Four groups of trees in a beech stand about 130 years old were examined: —

		Average height (metres)
I.	7 trees in the western border of the forest	19.4
II.	7 — 15—20 m from the western border	25.5
III.	7 — 55—65 m from the western border	31.9
IV.	7 — 155—165 m from the western border	33.6

The mean ring-widths of the four groups are shown in Fig 30, and even if the ring variations are fairly uniform in all four groups, they are still most uniform in neighbouring groups (Table 18), and in some places they can be found to change evenly from group I to groups III—IV. These years are given in Table 19, together with the wind forces in the years in question. It will be seen that the wind conditions (especially in the latter part of May, when the beech has newly opened leaves) can account for the differences in the increment course, a particularly small increment in the forest border coinciding with high wind forces from the west, and a great increment with low wind forces (Fig. 31).

The tree-ring variations in six practically isolated 300-years-old beeches were examined (the top curve in Fig. 30). These trees had, largely, the same increment variations as trees in closed stands, but there were also deviations (which could not be explained by seed bearing). In the author's opinion, there can, therefore, hardly be any doubt that systematic errors will be introduced by assuming that isolated trees have the same increment variations as trees in closed stands. Whether the differences are so great as to be of practical consequence in corrections of increment investigations can only be found out by further investigations.

IX. On the Application of Tree-Ring Indices in the Correction of Increment Investigations.

The tree-ring indices produced may be used for correction of increment investigations carried out with more or less complete stem analyses.

On the other hand, it appeared that random errors in the measurings of single permanent sample plots are generally so great that it is not worth while correcting them by tree-ring indices. If simultaneous measurements of several permanent sample plots are available it will, however, be possible to reduce the error on the determination of the mean increment so much that the tree-ring indices can be used to advantage for correction for the climatically conditioned differenees between the measuring periods (Fig. 32).

X. Comparison of Climatic Variations and Tree-Ring Variations.

The rainfall and temperature conditions in the investigated localities are stated in Table 20 by the mean values of the months for meteorological stations in the neighbourhood. The values for the indi-

vidual years are not included in this paper, as they have been published by the Meteorological Institute of Denmark.

1—2. The difficulties due to the fact that the meteorological stations are not found in the immediate vicinity of the stands investigated and that the climatic effect may extend over several years, are discussed (Figs. 33—35).

3. The comparison between the tree-ring indices and climatic conditions was made by correlation analysis and resulted in the equations presented in Table 21[1]).

Fig. 36 gives an idea of how the variations in the tree-ring indices computed by the equations correspond to those actually occurring.

Table 22 gives a review of the factors which were found to have the greatest effect on the magnitude of the tree-ring indices.

To most of the examined tree-species the May-July rainfall is of decisive importance for the magnitude of the increment, while the summer temperature could only be demonstrated to have any effect for oak and Silver fir. The influence of the autumn temperature the year before on the increment of the oak is explained by its effect on the shoot ripening.

The temperature in winter and early spring seems to be of great importance to the increment of alder, Scotch pine and Douglas fir, of less importance to the increment of ash. Presumably, the unfavourable effect of low winter temperatures is due to the fact that the water absorption is impeded by the cold soil in spring, which may cause partly a weakening of the trees due to water deficiency, partly a shortening of the length of the growth period.

Also the climatic conditions of previous years play a part. Thus is was found for all Norway spruce data that the rainfall of the preceding year should be incorporated in the equations with regression coefficients of magnitudes corresponding to ¼—½ the magnitudes of the coefficients to the same expressions in the growth year. On account of the great increase in the amount of work which the inclusion of more climatic factors from the preceding years would involve, their total influence is, in the equations, expressed in the form of the index value for the preceding year. It appears fairly clearly from the data of Norway spruce and beech that the climatic after-effect is greater the older the stands.

From what is stated in the foregoing regarding the seed bearing of beech it is no wonder that the beech indices which are based on

---

[1]) Equation 1 a in the Table reads:

Tree-ring index = 67.89 + 0.1108 May rainfall
+ 0.1629 June rainfall
+ 0.2148 July rainfall
+ 0.0527 August rainfall
(rainfall indicated in millimetres).

The multiple correlation coefficient ($\bar{R}$) (corrected according to *Ezekiel* 1947) is 0.60. The standard error of estimate (S) is 10.49, the standard deviation (σ) is 12.98.

data from old stands (Vallø III, Nødebo, Buderupholm and Pamhule) have a much poorer correlation to the climatic factors than the indices based on data from young stands (Vallø I and II).

For Norway spruce the effect of the seed bearing is less and the materials therefore more suitable for comparison with the climatic conditions. The functions produced show that 10 millimetres more (or less) rainfall in each of the months of May, June and July will, on an average, cause the following increment increases (or decreases): —

Vallø	7.5 %	or	about	1.7	cu.metres	per	ha.
Nødebo	4.6 %	„	„	0.9	„	„	„
Buderupholm and Lindenborg	4.1 %	„	„	0.7	„	„	„
Pamhule	3.9 %	„	„	0.8	„	„	„
Studsbøl	5.2 %	„	„	1.1	„	„	„
Gram	8.0 %	„	„	0.9	„	„	„
Gludsted*)	9.3 %	„	„	0.4	„	„	„

*) (calculated from the equation in the footnote on p. 156).

The relative increment variations are greatest on poor sandy soil in the heath plantations (Gram and Gludsted) and on clayey soil at Vallø. In either case the water is a pronounced minimum factor — on the sandy soils because these contain little water in spring, on the clayey soil presumably because this is so rich in plant nutrients that these do not exert any limiting effect on the increment, which is assumed to be the case on the central so-called "good" conifer localities in the above series (vide Fig. 37).

The sensitivity to drought on the fertile clayey soil and on the sandy soil may be the cause of the particularly poor state of health of Norway spruce on these soils.

4. Long periodic climatically conditioned ring variations cannot with certainty be determined by any single one of the index series set up, because of the moments of uncertainty which are a consequence of the human influence to which the Danish forests have been subject. Only if the periodic variations are alike in different series will it be possible, in the author's opinion, to put any faith in the reality of such variations.

This is the case with the four long series of beech indices (Fig. 39), and the uniform, periodic variations found cannot be accounted for through forest history. As will be seen when comparing Figs. 39 and 40 as well as Figs. 41 and 42, there is fairly good agreement between the increment in 10-year periods and the May + June + July rainfall (The factor which was found to have the greatest effect on the increments of the individual years).

As the meteorological observations are not copious before about 1880, importance can only be attached to the covariation after that year.

The relation (the straight line in Fig. 42) can be stated as

$$I_{10} = -25 + 1.25\,P_{10} \quad (r = +0.75),$$

where:

I_{10} = mean increment in a 10-year period, expressed in per cent. of the mean increment for the period 1900—1949.

P_{10} = mean May + June + July rainfall in the same 10-year period, expressed in per cent. of the average of this quantity for the period 1900—1949.

The equation can be used for estimating the increment conditions in any arbitrary 10-year period by means of meteorological observations. This may be of some significance, as surveys of forest districts and new management plans with corresponding calculations of increment are, as a rule, prepared in Denmark at 10-year intervals.

Figs. 41 and 42 presumably give a somewhat too unfavourable reflection of the uncertainty of the above formula, which is due to the fact that the tree-ring indices are encumbered with errors and not free from possible effects of changes in thinning methods, as such changes cannot be separated from protracted climatic changes. Moreover, each of the index series in Fig. 41 is only compared with one meteorological station, and even for as long periods of comparison as 10 years there are considerable differences in the variations of the summer rainfall at different meteorological stations in a small region as Denmark (vide Fig. 40).

LITTERATUR.

Aandstad, S., 1934: Untersuchungen über das Dickenwachstum der Kiefer in Solör, Norwegen. Nyt Mag. f. Naturvidenskaberne, 74.

— 1938: Die Jahresringbreiten der Kiefer und die Zeitbestimmung älterer Gebäude in Solör im östlichen Norwegen. Ibidem, 78.

Antevs, E., 1917: Die Jahresringe der Holzgewächse und die Bedeutung derselben als klimatischer Indikator. Progr. Rei Botanicae, 5.

— 1925: The Big Tree as a Climatic Measure. Carnegie Inst. Washington, Publ. No. 352.

Aslyng, H. C., 1952: Characterization of Soils. Årsskrift, Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskole.

Boman, A., 1927: Tutkimuksia männyn paksuuskasvun etc. (tysk resumé). Acta forestalia fennica, 32.

Bondorff, K. A., 1939: Forelæsninger over Landbrugets Jorddyrkning II. Gødningslæren.

Bornebusch, C. H., 1933: Et Udhugningsforsøg i Rødgran. Det forstlige Forsøgsvæsen i Danmark, 13.

— 1935: Proveniensforsøg med Rødgran. Ibidem, 13.

— 1946: Bøgeskovens Behandling paa Boller Skovdistrikt. Ibidem, 19.

Brammer, F., 1911: Oldenaaret 1909. Tidsskr. f. Skovvæsen, 23.

Bruun, J., 1947: Lidt om Aarringsdatering. Storopgave til skovbrugseksamen (upubl.).

Brüel, G. P. L., 1900—1904: Bidrag til det praktiske Skovbrug.

Buchwald, N. F., 1948: Tørkespalter i staaende Rødgran. Dansk Skovfor. Tidsskr., 33.

Burger, H., 1926: Untersuchungen über das Höhenwachstum verschiedener Holzarten. Mitt. d. Schweizerischen Centralanstalt f. d. forstl. Versuchswesen, 14.

Bühler, A., 1918: Der Waldbau, I. Stuttgart.

Böhmerle, K., 1895: Ueber vergleichende Zuwachsuntersuchungen. Centralbl. f. d. gesamte Forstwesen, 21.

— 1907: Die Dürreperiode 1904 und unsere Versuchsbestände. Ibidem, 33.

Carbonnier, C., 1947: Produktionsöversikter för ask. Medd. f. Statens Skogsforskningsinst., 36.

— 1951: Underväxtproblemet i kulturbestånd av ek. Ibidem, 40.

Cieslar, A., 1907: Einige Beziehungen zwischen Holzzuwachs und Witterung. Centralbl. f. d. gesamte Forstwesen, 33.

Dengler, A., 1935: Waldbau auf ökologischer Grundlage. 2. Auflage, Berlin.

Dobbs, C. G., 1951: A Study of Growth Rings in Trees, I. Review and Discussion of Recent Work. Forestry, 24.

— 1952: A Study of Growth Rings in Trees, II. A Ring Pattern in European Larch. Ibidem, 25.

Douglass, A. E., 1909: Weather Cycles in the Growth of Big Trees. Monthly Weather Rev., 37.
— 1914: A Method of Estimating Rainfall by the Growth of Trees. I *Huntington*, 1914.
— 1919: Climatic Cycles and Tree-Growth, I. Carnegie Inst. Washington, Publ. No. 289.
— 1928: Climatic Cycles and Tree-Growth, II. Carnegie Inst. Washington, Publ. No. 289.
— 1929: The Secret of the Southwest Solved by Talkative Tree Rings. National Geografic Mag., 56.
— 1936: Climatic Cycles and Tree-Growth, III. Carnegie Inst. Washington, Publ. No. 289.
Eide, E., 1926: Om sommervarmens innflydelse på årringbredden. Medd. Det norske Skogforsøksvesen, 2.
Eklund B., 1942: Studier över årsringsvariationerna å Malingsbo fasta provyta nr. 1. Svenska Skogsvårdsföreningens Tidskr., 40.
— 1944: Ett försök att numerisk fastställa klimatets inflytande på tallens och granens radietilväxt vid de båda finska riksskogstaxeringarna. Norrlands Skogsvårdförenings Tidskr.
— 1949: Skogsforskningsinstitutets årsringsmätningsmaskiner. Medd. f. Statens Skogsforskningsinst., 38.
— 1951: Undersökningar över krympnings- och svällningsförändringar hos borrspån av tall och gran. Ibidem, 39.
— 1952: Fortsatte studier över ett gallringsförsök i stavagranskog. Ibidem, 41.
Erlandsson, S., 1936: Dendro-cronological Studies. Data, 23 från Stockholms Högskolas Geokronol. Inst.
Evenden, J. C., 1940: Effects of Defoliation by the Pine Butterfly upon Ponderosa Pine. Journal of Forestry, 38.
Ezekiel, M., 1947: Methods of Correlation Analysis. Second edit., New York.
Fabricius, O., 1916: Vejr og Vækst. Dansk Skovforenings Tidsskr., 1.
Fisher, R. A., 1946: Statistical Methods for Research Workers. Tenth Edit.
Flury, T., 1927: Über den Einfluss von Trockenperioden auf das Bestandeswachstum. Mitt. d. Schweizerischen Centralanstalt f. d. forstliche Versuchswesen, 14.
Friedrich, J., 1897: Über den Einfluss der Witterung auf den Baumzuwachs. Mitt. aus d. forstlichen Versuchswesen Österreichs, 22.
— 1907: Über den Einfluss des Frostes auf den Durchmesser lebender Bäume. Centralblatt f. d. gesamte Forstwesen, 33.
Friis, G. P., 1906: Et Larveangreb paa Eg. Tidsskr. f. Skovvæsen, 18.
Gassner, G. und *Christiansen-Weniger, F.*, 1942: Dendro-klimatologische Untersuchungen über die Jahresringentwicklung der Kiefern in Anatolien. Nova Acta Leopoldina. Neue Folge, 12.
Gäumann, E., 1935: Der Stoffhaushalt der Buche (Fagus silvatica L.) im Laufe eines Jahres. Berichte der Schweizerischen Botanischen Gesellschaft, 44.

Glock, W. S., 1937: Principles and Methods of Tree-Ring Analysis. Carnegie Inst. Washington, Publ. No. 486.
— 1941: Growth Rings and Climate. The Botanical Review, 7.

Haasis, F. W., 1934: Diametral Changes in Tree Trunks. Carnegie Inst. Washington, Publ. No. 450.

Harper, A. G., 1913: Defoliation: Its Effects upon the Growth and Structure of the Wood of Larix. Annals of Botany, 27.

Hartig, R., 1869: Das Aussetzen der Jahresringe bei unterdrückten Stämmen. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwesen, 1.
— 1871: Ueber das Dickenwachstum der Waldbäume, Ibidem, 3.
— 1889: Ueber den Einfluss der Samenproduktion auf Zuwachsgrösse und Reservestoffvorrathe der Bäume. Allgemeine Forst- u. Jagd-Zeitung, 65.
— und *Weber R.*, 1888: Das Holz der Rotbuche. Berlin.

Hauch, L. A., 1919—23: Danmarks Trævækst, I—IV.
— og *Oppermann, A.*, 1898—1902: Haandbog i Skovbrug.

Helms, J., 1925: Skovdyrkningslære.

Henriksen, H. A., 1951 a: Bemærkninger til udhugningsforsøget i bøg i Århus kommunes skove. Det forstlige Forsøgsvæsen i Danmark, 20.
— 1951 b: Dimensionsklassefordeling for Bøg. Ibidem, 20.
— 1951 c: Et udhugningsforsøg i ung bøg. Ibidem, 20.
— 1952: Hugststyrke og produktion. Dansk Skovforenings Tidsskr., 37.

Henry M., 1894: Influence de la sécheresse de l'année 1893 zur la végétation forestière en Lorraine. Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences, 119.

Hesselman, H., 1904 a: Om tallens höjdtillväxt och skottbildning somrarne 1900—1903. Svenska Skogsvårdsföreningens Tidskr., 2.
— 1904 b: Om tallens diametertillväxt under de sista tio åren. Ibidem, 2.

Holmsgaard, E., 1945 a: Aarringsanalyser fra Midtjylland. Dansk Skovforenings Tidsskr., 30.
— 1945 b: Jahrringanalysen aus Jütland. Schweizerische Zeitschr. f. Forstwesen, 96.
— 1948: Længdevæksten paa lavtsiddende Bøgeskud og en Metode til Bestemmelse af sidste Hugstaar. Dansk Skovforenings Tidsskr., 33.
— 1950: Studier over højdetilvækst, kroneudvikling, oprensning m. v. i unge bøgebevoksninger i Skåne. Medd. f. Statens Skogsforskningsinst., 39.

Holsoe, T., 1951: Yellowpoplar: Reaction to Crown Release and other Factors Influencing Growth. Bull. 344 T, West Virginia University Agricultural Experiment Station.

Hoppe, E., 1896: Regenmessung unter Baumkronen. Mitt. aus d. forstlichen Versuchswesen Österreichs, 21.

Huber, B., 1941: Aufbau einer mitteleuropäischen Jahrring-Chronologie. Mitt. d. Hermann-Göring-Akademie d. Deutschen Forstwissenschaft, 1.

— 1943: Über die Sicherheit jahrringchronologischer Datierung. Holz als Roh- und Werkstoff, 6.

— , *Jazewitsch, W. v., John, A.* und *Wellenhofer, W.*, 1949: Jahrringchronologie der Spessarteichen. Forstwissenschaft. Centralblatt, 68.

— und *Jazewitsch, W. v.*, 1950: Aus der Praxis der Jahrring-Analyse, I—II. Allgemeine Forstzeitschr., 5.

— — , 1952 a: Aus der Praxis der Jahrring-Analyse, III. Ibidem, 7.

— — , 1952 b: Beiträge zur Methodik der Jahrringchronologie. Holzforschung, 6.

Huntington, E., 1914: The Climatic Factor as Illustrated in Arid America. Carnegie Inst. Washington, Publ. No. 192.

— 1925: Tree Growth and Climatic Interpretations. Carnegie Inst. Washington, Publ. No. 352.

Hustich, I., 1947: Climatic Fluctuations and Vegetation Growth in Northern Finland during 1890—1939. Nature, 160.

Ilvessalo, Y., 1942: Suomen metsävarat ja metsien tila. II valtakunnan metsien arviointi (Engelsk resumé). Communicationes Instituti Forestalis Fenniae, 30.

Jensen, P. Boysen, 1921: Studier over Stofproduktion i Skov. Dansk Skovforenings Tidsskr., 6.

— 1938: Plantefysiologi.

Knuchel, H., 1933: Über Zuwachsschwankungen. Schweizerische Zeitschr. f. Forstwesen, 84.

— und *Brückmann, W.*, 1930: Holzzuwachs und Witterung. Forstwissenschaftl. Centralblatt, 52.

Kolmodin, G., 1923: Tillväxtundersökningar i norra Dalarna. Svenska Skogsvårdsföreningens Tidskr., 21.

— 1935: Väderlekens inflytande på tallens diametertillväxt. Ibidem, 33.

Kramer, P. J., 1949: Plant and Soil Water Relationship. New York.

Krarup F., 1946: Langsom Bøgeselvforyngelse. Det forstlige Forsøgsvæsen i Danmark, 19.

Kraus, G., 1882: Ueber die Wasservertheilung in der Planze, III. Die tägliche Schwellungsperiode der Planzen. Abh. d. Naturforschenden Gesellschaft zu Halle, 15.

Kristensen, R. K., 1937: Vore Afgrøders Forhold til Klimaet, I. Tidsskr. f. Planteavl, 42.

— 1941: Vore Afgrøders Forhold til Klimaet, II. Ibidem, 45.

Ladefoged, K., 1938: Udhugningens Indflydelse på Trærøddernes Vækst. Dansk Skovforenings Tidsskr., 23.

— 1952: The Periodicity of Wood Formation. Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskab, Biologiske Skrifter, 7.

Laitakari, E., 1920: Tutkimuksia sääsuhteiden vaikutuksesta männyn pituusja paksuuskasvuun (Tysk resumé). Acta Forestalia Fennica, 17.

Larsen, C. Syrach, 1945: Blomstring og Forædling hos Ask. Dansk Skovforenings Tidsskr., 30.

Larsen, H. K., Iversen, K., Sloth, H. og *Jensen, H. L.*, 1946: Agerdyrkningslære II, Gødningslæren, 6. udg.

Lindquist, B., 1931: Den skandinaviska bokskogens biologi. Svenska Skogsvårdsföreningens Tidskr., 29.

Linnæus, C., 1751: Skånska Resa, Stockholm.

Lundberg, J., 1952: 1947-skadernes indvirkning på douglasgranens tilvækst. Dansk Skovforenings Tidsskr., 37.

Lundegårdh, H., 1949: Klima und Boden. 3' Auflage, Jena.

Lütken, C., 1891: Nogle Iagttagelser over de meteoriske Forholds Indflydelse på Træernes Tilvæxtgang. Tidsskr. f. Skovbrug, 12.

Løfting, E. C. L., 1939: Jordbundsbehandlingens Indflydelse paa Rødgranens Vækst og Sundhed i Hedeplantager, Hedeskovenes Foryngelse VI. Det forstlige Forsøgsvæsen i Danmark, 15.

— 1951 a: Danmarks skovfyrproblem. Ibidem, 20.

— 1951 b: Træarts- og proveniensvalg på grundlag af faktorer med afgrænsende virkning for de enkelte træarters naturlige udbredelse. Dansk Skovforenings Tidsskr., 26.

Løvengreen, J. A., 1935: Undersøgelse over den tidlige og hyppige Udhugnings Virkninger paa Rødgranens Vækst. Dansk Skovforenings Tidsskr., 20.

— 1949: Ekstrem Udhugning i Eg. Ibidem, 34.

— 1951 a: Analyse af en afsluttet prøveflade i rødgran. Det forstlige Forsøgsvæsen i Danmark, 20.

— 1951 b: Fra Bregentveds Egeskove. Tal og Tilvækst. Dansk Skovforenings Tidsskr., 36.

— 1951 c: Udhugning i bøg i Danmark siden 1900, statistisk belyst og teoretisk bedømt. Det forstlige Forsøgsvæsen i Danmark, 20.

— 1952: Udhugning og Tilvækst i Eg paa Bregentved. Dansk Skovforenings Tidsskr., 27.

MacDougal, D. T., 1925: Reversible Variations in Volume, Pressure, and Movements of Sap in Trees. Carnegie Inst. Washington, Publ. No. 365.

— 1936: Studies in Tree-Growth by the Dendrographic Method. Carnegie Inst. of Washington, Publ. No. 462.

Malmström, C., 1949: Studier över skogstyper och trädslagsfördelning inom Västerbottens län. Medd. f. Statens Skogsforskningsinst., 37.

Mentz, A. og *Ostenfeld, C. H.*, 1901—1907: Billeder af Nordens Flora, III.

Meyer, J., 1939: Ueber die Kroneabwölbung und Zuwachsschwankungen der Kiefer in Norddeutschland. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwesen, 71.

Mikola, P., 1950: Puiden kasvun vaihtelusta ja niiden merkityksestä kasvututkimuksissa. (Engelsk resumé). Communicationes Instituti Forestalis Fenniae, 38.

Mills, F. C., 1938: Statistical Methods. Revised. New York.

Möller, A., 1908: Die Nutzbarmachung des Rohhumus (Trockentorf) bei Kiefernkulturen. Zeitschr. für Forst- und Jagdw., 40.

Müller, D., 1948: Plantefysiologi.

Müller, P. E., 1876: Nyere Bidrag til Skovdyrkningens Theori, I. Om Vegetationsvandet. Tidsskr. f. Skovbrug, 1.

— 1879: Studier over Skovjord, som Bidrag til Skovdyrkningens Theori. I. Om Bøgemuld og Bøgemor på Sand og Ler. Ibidem, 3.

— 1882—83: Forelæsninger over Skovdyrkningslære (Driftslære) holdte paa den kgl. Veterinair- og Landbohøiskole. I—III. Autograferet.

Müller-Stoll, H., 1951: Vergleichende Untersuchungen über die Abhängigkeit der Jahrringfolge von Holzart, Standort und Klima. Bibliotheca botanica, Heft 122. Stuttgart.

Musson, C. T., 1903: Variations in Rainfall at the H. A. College. Agricultural Gaz. of New South Wales, 14.

Møller, C. M., 1933: Boniteringstabeller og bonitetsvise Tilvækstoversigter for Bøg, Eg og Rødgran i Danmark. Dansk Skovforenings Tidsskr., 18.

— 1938: Skovdyrkningens Udvikling 1888—1938. I „Danmarks Skove" udgivet af Dansk Skovforening.

— 1945: Untersuchungen über Laubmenge, Stoffverlust und Stoffproduktion des Waldes. Det forstlige Forsøgsvæsen i Danmark, 17.

— 1946: Grundfladetilvækstens Forløb, negative Grene m. m. Dansk Skovforenings Tidsskr., 31.

— 1951: Træmålings- og tilvækstlære.

Nielsen, J., 1949: Hugststyrke og tilvækst i eg. Dansk Skovforenings Tidsskr., 34.

Näslund, M., 1942: Den gamla norrländska granskogens reaktionsförmåga efter genomhuggning. Medd. f. Statens Skogsförsöksanstalt, 33.

Oksbjerg, E., 1951: Rødgranplantagernes foryngelse i de jydske hedeegne. Det forstlige Forsøgsvæsen i Danmark, 20.

Oppermann, A., 1905: Forskelligheder i Danmarks Klima og deres Betydning for vore Skove. Foredrag i Forstlig Discussionsforening, Hillerød.

— 1932: Egens Træformer og Racer. Det forstlige Forsøgsvæsen i Danmark, 12.

— og *Bornebusch, C. H.*, 1926: Fra Skov og Planteskole. 6. Nogle Forsøg med Frysning af Skovtræers Blade, Blomster og Frugter. 10. Tykkelsesmaalinger i Bøgeskov. Det forstlige Forsøgsvæsen i Danmark, 8.

Ording, A., 1931: Er eken på Sørlandet dødsdømt? Tidsskr. f. Skogbruk, 39.
— 1941: Årringanalyser på gran og furu. Medd. f. Det norske Skogforsøksvesen, 7.
Pearson, G. A., 1918: The relation between spring precipitation and height growth of western yellowpine saplings in Arizona. Journal of Forestry, 16.
Petersen, O. G., 1899: Aarringsstudier. Tidsskr. f. Skovvæsen, 11.
— 1904: Undersøgelser over Træernes Aarringe. Det kgl. danske Videnskabernes Selskabs Skr. 7. Række, 1.
— 1916: „Dobbelte Aarringe". En orienterende Oversigt. Dansk Skovforenings Tidsskr., 1.
— 1920: Forstbotanik. 2. udg.
Rees, L. W., 1929: Growth Studies in Forest Trees. *Picea rubra Link.* Journal of Forestry, 27.
Reventlow, C. D. F., 1879: Forslag til en forbedret Skovdrift.
— 1934: Grundsätze und Regeln für den zweckmässigen Betrieb der Forsten. København og Berlin.
Rohmeder, E., 1949: Der geschlechtliche Dimorphismus als planzenzüchterisches Problem, dargestellt an den Wuchsleistungen männlicher und weiblicher Eschen. Forstwissenschaftl. Centralblatt, 68.
Rubner, K., 1910: Das Hungern des Cambiums und das Aussetzen der Jahrringe. Naturwis. Zeitschr. f. Forst- u. Landwirtschaft, 8.
Ruden, T., 1935: Om årlige forandringer i træernes tilvekst. Tidsskr. f. Skogbruk, 43.
— 1945: En vurdering av anvendte arbeidsmetoder innen trekronologi og årringanalyse. Medd. f. Det norske Skogforsøksvesen, 9.
Samuelson, K.-R., 1952: Borrspåns längdförändring. Skogen, 39.
Schantz-Hansen, T. and *Brown, R. M.*, 1939: Variation in Rainfall over short Distances at the Cloquet Forest Experiment Station. Journal of Forestry, 37.
Schulman, E., 1945: Tree-Ring Hydrology of the Colorado River Basin. University of Arizona Bull., 16.
— 1947: Tree-Ring Hydrology in Southern California. Ibidem, 18.
Schumacher, H., 1890: Der Einfluss der Mast auf die Holzproduktion, Forstliche Blätter, Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwesen, Dritte Folge, 14.
Schwappach, 1895: Die Samenproduktion der wichtigsten Waldholzarten in Preussen. Dankelmanns Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwesen, 27.
— 1929: Ertragstafeln der wichtigeren Holzarten. Dritte Auflage. Neudamm.
Schwarz, F., 1899: Physiologische Untersuchungen über Dickenwachstum und Holzqualität von *Pinus silvestris*. Berlin.
Seeger, 1913: Ein Beitrag zur Samenproduktion der Waldbäume im Grossherzogtum Baden. Naturwiss. Zeitschr. f. Forst- u. Landwirtschaft, 11.

Stålfelt, M. G., 1924: Tallens och granens kolsyreassimilation och dess ekologiska betingelser. Medd. f. Statens Skogsförsöksanstalt, 21.
— 1944: Granens vattenförbrukning och dess inverkan på vattenomsättningen i marken. Kungl. Lantbruksakademiens Tidskr., 83.
Thuesen, A., 1952: Æbletræer og bladareal. Horticultura, 6.
Thulin, I., 1949: Beskadigelser af douglasgran (*Pseudotsuga taxifolia*) i Danmark i vinteren 1946—47. Det forstlige Forsøgsvæsen i Danmark, 19.
Trendelenburg, R., 1939: Das Holz als Rohstoff. München/Berlin.
Tulstrup, N. P., 1952: Skovfrø. Udgivet af Dansk Skovforenings Frøudvalg.
Vaupell, C., 1863: De danske Skove.
Wallén, A., 1917: Om temperaturens och nederbördens inverkan på granens och tallens höjd- och radietillväxt å Stamnäs kronopark 1890—1914. Skogshögskolan 1917. Festskrift. Stockholm.
Weck, 1948 a: Untersuchungen zur Korrelation zwischen Niederschlagsverhältnissen und Baumzuwachs. Zeitschr. f. Weltforstwirtschaft, 12.
— 1948 b: Forstliche Zuwachs- und Ertragskunde. Radebeul/Berlin.
Wellenhofer, W., 1948: Untersuchungen über die Ursachen der Eichenjahrringschwankungen und Aufstellung einer langjährigen Spessarteichen-Jahrringchronologie. Diss. München.
West-Nielsen, G., 1951: Rødgranens produktionsforhold på den midtjydske hede. Dansk Skovforenings Tidsskr., 36.
Wiedemann, E., 1925: Zuwachsrückgang und Wuchsstockungen der Fichte. Zweite Auflage. Tharandt.
— 1948: Die Kiefer 1948. Waldbauliche und ertragskundliche Untersuchungen. Hannover.
Willaume-Jantzen, V., 1896: Meteorologiske Observationer i Kjøbenhavn. Udgivet af Det danske meteorologiske Institut.

Det danske meteorologiske Institut, 1933: Danmarks Klima.
— 1874—1952: Meteorologisk Aarbog.
— 1873—1952: Maanedsoversigt over Vejrforholdene.

TABEL I-XIX

Table I-XIX

Tabel I. Bevoksningsbeskrivelser.

Table I. Descriptions of the stands.

Descriptions of stands from which tree-ring data were collected. Years trees. Covering of ground flora is indicated by e = covering less than and y = covering ½—1.

Træart *Species*	Skovdistr. afd. *Forest District comp.*	Antal prøve-træer *Number of sample trees*	$Ar_{1.3}$ *Years at breast-height*	Højde m *Height of sample trees metres*	Diam. cm *Diameter centimetres*	Boniet *Site class*	Jordbund *Soil*
Bøg Fagus silvatica	Vallø 448g	5	28	12.8	11.4	2.2	0—2 førna, 1—3 muld, 30—40 brunjord, sandet ler.
»	» 307a	5	37	18.7	23.1	1.0	0—1 førna, 1—3 muld, 30—40 brunjord, stærkt sandet ler under et ca. 30—40 hårdt, sandet lag.
»	» 377a	6	42	16.6	17.2	2.6	0—3 førna, 3—8 fibrøs mor med fed mor, 50—60 øverst blegt humusfarvet, nederst rustfarvet med ringe lerindhold; ler.
»	» 485a	7	43	19.4	24.4	1.6	1—3 førna, 20—40 fed mor (i nedbrydning), 30—40 blegsand, ca. 50 rustjord, groft sand, i 170 cm's dybde ler, som rødderne når.
»	» 372a	5	43	21.0	22.7	1.0	0—1 førna, ½—3 muld, 30—40 brunjord, ler.
»	» 356	7	47	24.0	27.2	0.5	1—2 førna, ½—4 muld, 40—50 brunjord, svagt sandet ler.
»	» 466a	6	50	22.1	24.5	1.4	0—2 førna, 0—2 muld, 30—40 brunjord, sandet ler med kalkpartikler.
»	» 342a	6	61	24.8	34.4	1.5	0—1 førna, 2—5 muld, 50—60 brunjord, svagt sandet ler.
»	» 434a	6	62	26.2	39.1	1.1	0—1 førna, 1—2 muld, 30—40 brunjord, stift ler (blåt 0.5 m fra overfladen).
»	» 236a	7	65	26.2	35.6	1.3	2—3 førna, 1—2 muld, 40—50 brunjord, svagt sandet ler.

at breast height, height and diameter are meanvalues for the sample
$^1/_{16}$, t = covering $^1/_{16}$—⅛, s = covering ⅛—¼, r = covering ¼—½

Flora *Flora*	Bemærkninger *Remarks*
Asperula odor. e, Lamium Galeob. e, Melica unifl. e, Oxalis Acet. e, Viola e, Luzula e, Catharinaea undul. e, Fraxinus e, Fagus e.	Terrænet skråner svagt mod vest.
Mercurialis per. s, Melica unifl. s, Oxalis A. t, Rubus ida. t, Fraxinus t, Asperula odor. e, Urtica dio. e, Deschampsia caesp. e, Milium e, Brachypod. silv. e, Poa nemoral. e, Stellaria Holost. e, Viola e, Lonicera Xylosteum e.	Terrænet skråner svagt mod vest. Prøvetræer ca. 20 m fra skovens østkant. Hugstår: 1944/45.
Pteridium aquilinum e, Carex e, Fraxinus e, Fagus e, Dicranum e, Dicranella e.	Terrænet skråner svagt mod sydvest. Hugstår: 1928/29, 32/33, 36/37, 41/42, 46/47.
Oxalis Acet. s, Rubus ida. e, Milium eff. e, Asperula odor. e, Majanthemum bifol. e, Convallaria maj. e, Stellaria Holos. e, Carex e, Polytrichum e, Fagus e, Quercus e.	Hugstår: 1930/31, 34/35, 38/39, 44/45.
Melica unifl. y, Mercurialis perr. t, Lamium Galeob. t, Oxalis A. t, Urtica dio. t, Asperula odor. e, Pulmonaria off. e, Stachys silv. e, Polygonatum multifl. e, Poa nemoral. e, Deschampsia caesp. e, Agropyron can. e, m. fl.	Terrænet skråner svagt mod øst. Hugstår: 1928/29, 33/34, 37/38, 42/43, 47/48.
Mercurialis per. e, Circaea lut. e, Asperula od. e, Pulmonaria off. e, Geranium Robert. e, Lactuca mural. e, Urtica dio. e, Deschamp. caesp. e, Viola e, Catharinaea undul. e, Viburnum O. e, Lonicera Xyl. e, Sambucus nigr. e, Fagus e, Fraxinus e, Quercus e.	
Asperula odor. r, Oxalis Acet. e, Primula e, Scrophularia nod. e, Stellaria Holost. e, Milium eff. e, Poa nemoral. e, Carex e, Catharinaea undul. e, Polytrich. form. e, Fraxinus e.	Hugstår: 1926/27, 35/36, 39/40, 46/47.
Oxalis A. s, Asperula odor. t, Rubus ida. t, Fraxinus t, Melica unifl. t, Lamium Gal. e, Stachys silv. e, Geranium Robert. e, Mercurialis per. e, Primula e, Milium e, Dactylis e, Agropyron can. e, Poa nemoral. e, Stellaria Holost. e, Lonicera Periclym. e, Athyrium e, m. fl.	Prøvetræerne udtaget 35—45 m fra skovens østkant. Hugstår: 1927/28, 37/38, 45/46.
Acer Pseudoplat. s, Asperula odor. t, Mercurialis per. t, Brachypodium silv. t, Dactylis e, Agropyron can. e, Deschamps. caesp. e, Milium e, Lamium Galeob. e, Oxalis A. e, Pulmonaria off. e, Primula e, Urtica dio. e, Stellaria Holost. e, Carex e, Fagus e.	Hugstår: 1926/27, 31/32, 36/37, 42/43.
Oxalis A. r, Asperula odor. s, Lamium Gal. t, Anemone nemo. t, Stellaria Holost. t, Majanth. bifol. e, Convallaria maj. e, Viola e, Dactylis e, Deschamps. caesp. e, Luzula pil. e, Equisetum prat. e, Fraxinus e, Fagus e, Quercus e, Crataegus e.	Hugstår: 1945/46.

Tabel I fortsat.

Træart *Species*	Skovdistr. afd. *Forest District comp.*	Antal prøvetræer *Number of sample trees*	$\text{År}_{1.3}$ *Years at breast-height*	Højde m *Height of sample trees metres*	Diam. cm *Diameter centimetres*	Bonitet *Site class*	Jordbund *Soil*
Bøg Fagus silvatica	Vallø 389a	5	66	25.0	29.7	1.9	0—1 førna, 1—2 muld (pletvis mor), 30—40 brunjord, sandet ler.
»	» 359b	4	70	31.1	40.8	0.2	0—1 førna, 1—3 muld, 50—60 brunjord, ler med kalkpartikler.
»	» 393e	5	71	25.1	33.4	2.0	1—2 førna, 1—2 muld, 30—40 brunjord, svagt sandet ler.
»	» 316a	5	72	24.6	34.7	2.2	0—1 førna, ½—3 muld, 15—20 brunjord, ler.
»	» 338b	8	75	24.8	34.8	2.3	0—2 førna, 1—2 muld, 40—50 brunjord, sandet ler.
»	» 241b	5	82	27.3	40.6	1.9	1—2 førna, 1—2 muld, 30—40 brunjord, stærkt sandet ler.
»	» 436a	7	117	31.8	51.0	1.5	0—4 førna, 2—3 muld (pletvis mor), 30—40 brunjord, sandet ler.
»	» 284a	7	118	31.9	47.7	1.5	0—2 førna, 4—6 fed mor i nedbrydning, 40—50 rustjord, ca. 20 leral, svagt sandet ler.
»	» 268a	7	120	29.7	59.1	2.0	2—3 førna, 2—3 muld, 40—50 brunjord, sandet ler med kalkpartikler.
»	» 232 gruppe I	7	120	19.4	47.1	—	Noget forblæst, 0—1 førna, 1—3 stærkt degraderet muld (pletvis mor), 30—40 brunjord, sandet ler.
»	» II	7	126	25.5	41.5	—	1—4 førna, 3—4 stærkt degraderet muld, ca. 40 brunjord, sandet ler.
»	» III	7	115	31.9	50.0	—	0—4 førna, 2—4 fibrøs mor (pletvis muld), (÷ blegsand), 20—30 rustjord, sandet ler.

Table I continued.

Flora *Flora*	Bemærkninger *Remarks*
Oxalis A. r, Asperula odor. t, Deschamp. caesp. t, Poa nemoral. e, Dactylis e, Agrostis ten. e, Stachys silv. e, Circaea lut. e, Stellaria Hol. e, Senecio silv. e, Scrophularia nod. e, Viola e, Carex e, Cather. undul. e, Polytr. form. e, Fagus e.	Terrænet skråner svagt mod nordøst. Hugstår: 1930/31, 35/36, 39/40, 45/46.
Rubus ida. y, Mercurialis per. s, Urtica dio. t, Asperula odor. e, Circaea lut. e, Stachys silv. e, Primula e, Geran. Robert. e, Milium e, Melica unifl. e, Fagus e, Crataegus e.	Prøvetræer ca. 50 m fra skovens sydkant. En del mandshøj opvækst af bøg og ask. Hugstår: 1938/39, 44/45.
Deschamps. caesp. s, Asperula odor. t, Oxalis A. t, Urtica dio. t, Viola e, Vicia e, Dactylis e, Deschamps. flex. e, Catharinaea undul. e, Fraxinus e, Fagus e.	Terrænet skråner svagt mod øst. En del lys på bunden fra 3—4 år gammel afdrift i nord. Hugstår: 1930/31, 35/36, 39/40.
Oxalis A. r, Asperula odor. s, Melica unifl. s, Milium eff. e, Deschamps. caesp. e, Poa nemoral. e, Circaea lut. e, Stellaria nemor. e, Lamium Gal. e, Pulmonaria off. e, Fagus e, Acer Pseudoplat. e, Fraxinus e, Quercus e, Frangula e.	Hugstår: 1936/37, 42/43, 47/48.
Oxalis A. r, Melica unifl. r, Asperula odor. t, Deschamps. caesp. e, Poa nemoral. e, Agrostis ten. e, Brachypod. silv. e, Mercurialis per. e, Lamium Galeob. e, Stellaria nem. e, Stell. Holost. e, Rubus ida. e, m. fl.	Terrænet skråner svagt mod øst. 19 ekstra prøvetræer; årringsmålingerne fra disse indgår ikke i indeksberegningen. Hugstår: 1937/38.
Melica unifl. y, Oxalis A. t, Urtica dio. e, Lamium Gal. e, Asperula odor. e, Viola e, Acer Pseud. e, Fagus e, Fraxinus e, Quercus e.	Prøvetræer 70—100 m fra skovens vestkant.
Asperula odor. s, Oxalis A. t, Agrostis ten. t, Deschamps. caesp. e, Dactylis e, Milium eff. e, Lamium Gal. e, Stellaria Holost. e, Lactuca mur. e, Carex silv. e, Fraxinus e, Fagus e.	Terrænet skråner svagt mod øst. Prøvetræer udtaget 45—55 m fra bevoksningens eksponerede sydkant. Hugstår: 1927/28, 35/36, 41/42.
Fraxinus s, Asperula odor. s, Oxalis A. t, Melica unifl. t, Pteridium aq. t, Rubus ida. e, Stellaria Holost. e, Deschamps. caesp. e, Acer Pseudopl. e, Fagus e.	Hugstår: 1928/29, 36/37, 41/42.
Melica unifl. y, Asperula odor. r, Lamium Gal. t, Fraxinus t, Anemone nemor. t, Oxalis A. e, Mercurialis per. e, Stellaria Hol. e, Lactuca mur. e, Scrophularia nod. e, Urtica dio. e, Viola e, Fagus e, Sorbus Aucup. e.	Hugstår: 1925/26, 30/31, 38/39, 44/45.
Deschamps. flex. r, Agrostis ten. t, Lonicera Periclym. t, Stellaria Holost. t, Asperula odor. e, Oxalis A. e, Anemone nem. e, Hieracium Pilosel. e, Hierac. vulg. e, Viola e, Sorbus Aucup. e, Dactylis e.	Indgår ikke i indeksberegningen. Prøvetræer udtaget i skovens vestkant, helt ud til den åbne mark.
Deschamps. flex. r, Asperula odor. s, Viola t, Anemone nemo. t, Stellaria nemo. e, Stellaria Holost. e, Hierac. vulg. e, Luzula multifl. e, Carex e, Fagus e, m. fl.	Indgår ikke i indeksberegningen. Prøvetræer udtaget 15—20 m fra skovens vestkant. Terrænet skråner svagt mod nordøst.
Deschamps. flex. y, Dactylis t, Asperula odor. t, Anemone nemo. t, Oxalis A. e, Viola e, Hierac. vulg. e, Veronica off. e, Lactuca mur. e, Rubus ida. e, Fagus e.	Indgår ikke i indeksberegningen. Prøvetræer udtaget 55—65 m fra skovens vestkant. Terrænet skråner svagt mod øst.

Tabel I fortsat.

Træart *Species*	Skovdistr. afd. *Forest District comp.*	Antal prøvetræer *Number of sample trees*	$Å r_{1.3}$ *Years at breast height*	Højde m *Height of sample trees metres*	Diam. cm *Diameter centimetres*	Bonitet *Site class*	Jordbund *Soil*
Bøg Fagus silvatica	Vallø 232 gruppe IV	7	121	33.6	55.0	1.0	1—4 førna, 2—3 muld (pletvis mor), 40—50 brunjord, stærkt sandet ler.
»	Vallø 287a	7	122	31.6	53.1	1.5	0—1 førna, ca. 1 muld, 40—50 brunjord, sandet ler.
»	» 390a	7	138	31.9	58.0	ca. 1.6	Lidt forblæst, 3—5 førna, 2—5 muld, 30—40 brunjord, sandet ler.
»	» 331a	7	165	31.5	63.0	ca. 2	0—2 førna, 1—4 muld, 30—40 brunjord, sandet ler.
»	Vallø Dyrehave	6	> 300	26.7	102	—	
»	Nødebo 280a	7	68	22.1	27.7	2.8	Lidt forblæst bund; 0—5 førna, 0—8 mor (pletvis muld), 0—2 blegsand, 40—60 rustjord, svagt leret sand med mange sten.
»	» 92a	7	88	27.1	40.3	2.2	1—6 førna, 0—4 mor (pletvis muld), 0—10 blegsand, 30—40 rustjord, svagt leret sand med mange sten.
»	» 132a	7	96	26.7	38.2	2.5	2—4 førna, 2—4 fibrøs mor, 2—4 blegsand, 40—50 rustjord, svagt leret sand.
»	» 119a	7	126	32.6	51.6	ca. 1.3	0—3 førna, 1—4 mor (i nedbrydning), 0 blegsand, ca. 40 brunjord, der går jævnt over i leret sand.
»	» 216a	7	131	29.4	56.1	ca. 2	0—2 førna, 0—2 stærkt degraderet muld, pletvis 0—2 fibrøs mor, 30—40 brunjord, svagt leret sand med mange store sten.

Table I continued.

Flora *Flora*	Bemærkninger *Remarks*
Asperula odor. s, Oxalis A. t, Melica unifl. t, Deschamps. flex. t, Carex t, Anemone nemo. e, Stellaria Hol. e, Viola e, Lactuca mur. e, Veronica off. e, Rubus id. e, Milium e, Fraxinus e, Fagus e, Sorbus e, Picea Abies e.	Prøvetræer udtaget 155—165 m fra skovens vestkant. Terrænet skråner svagt mod øst. Hugstår: 1925/26, 32/33, 39/40, 46/47.
Oxalis A. r, Fraxinus t, Asperula odor. e, Scrophularia nod. e, Rubus ida. e, Vicia e, Viola e, Juncus e, Deschamps. caesp. e, Melica unifl. e, Poa nemo. e, Festuca gigan. e, Catharinaea undul. e, Acer Pseudoplat. e, Fagus e.	Hugstår: 1925/26, 31/32, 40/41.
Deschamps. caesp. s, Oxalis A. t, Lamium Gal. t, Anemone nem. t, Rubus ida. t, Fagus t, Asperula odor. t, Stachys silv. e, Circaea lut. e, Scrophularia no. e, Urtica dio. e, Viola e, Festuca gigan. e, Holcus lan. e, Agrostis ten. e, Athyrium e, Carex silv. e, Fraxinus e.	Terrænet skråner svagt mod nord. Hugstår: 1930/31, 38/39.
Melica unifl. r, Deschamps. caesp. t, Oxalis A. t, Asperula odor. t, Carex silv. t, Rubus ida. t, Lamium Gal. e, Circaea lut. e, Primula elat. e, Anemone nem. e, Urtica dio. e, Scrophul. nod. e, Viola e, Geranium Robert. e, Stellaria nem. e, Stellaria Holost. e, Lactuca mur. e, Brachypod. silv. e, Dactylis e, Festuca gigan. e, Fraxinus e, Fagus e.	Hugstår: 1937/38.
	Fritstående bøge på afgræsset slette i Vallø Dyrehave. Alle 6 prøvetræer har grene (måske til dels vanris) ned til mandshøjde, og de må derfor antages at have været fritstillede længe (over 100 år!). 2 af træerne er helt fritstående, de 4 andre står sammen med et andet træ og berører dette med ¼—½ af kronen.
Oxalis Acetosella t, Deschampsia flexuosa e, Deschampsia caespitosa e, Luzula pilosa e, Luzula multiflora e, Poa annua e, Veronica officinalis e, Fagus silvatica e, Picea abies e, Carex sp. e, Dryopteris Filix — mas e, Mosser e.	Terrænet skråner svagt mod øst.
Deschampsia flexuosa s, Desch. caespitosa t, Melica uniflora t, Mosser (Stereodon cupressif., Cathar. undul., Dicranum scop.) t, Oxalis Acet. e, Poa nemoralis e, Senecia silv. e, Luzula pilosa e, Trientalis europ. e, Veronica off. e, Pteridium aq. e m. fl.	Terrænet skråner svagt mod øst. Prøvetræer taget i kappen om Forsøgsvæsenets prøveflade BL. Afdriftsrand 25 m nord for prøvetræerne.
Deschampsia flexuosa t, Luzula pilosa e, Carex sp. e.	Terrænet skråner svagt mod nord.
Oxalis Acetosella e, Rubus idaeus e, Deschampsia flexuosa e, Luzula multiflora e, Carex sp. e, Catharinaea undulata e.	Terrænet skråner mod øst.
Anemone nemorosa t, Oxalis Acetosella e, Rubus idaeus e, Majanthemum bifolium e, Melica uniflora e, Deschampsia flexuosa e, Deschampsia caespitosa e, Stereodon cupressiformis e, Fagus silvatica e.	Terrænet skråner svagt mod syd.

Tabel I fortsat.

Træart *Species*	Skovdistr. afd. *Forest District comp.*	Antal prøvetræer *Number of sample trees*	$\text{År}_{1,3}$ *Years at breast height*	Højde m *Height of sample trees metres*	Diam. cm *Diameter centimetres*	Bonitet *Site class*	Jordbund *Soil*
Bøg Fagus silvatica	Nødebo 77a	7	156	25.9	46.6	ca. 3	Lidt forblæst bund; 0—3 førna, 5—10 fibrøs mor over fed mor, 3—12 blegsand, 20—30 rustjord, stærkt leret sand.
»	» 90b	6	240	24.1	50.9	ca. 3.5	2—5 førna, 5—10 fibrøs mor over fed mor, 3—8 blegsand, 40—50 rustjord, svagt leret sand med mange sten.
»	Buderup-holm 28	7	98	18.8	35.4	4.5	1—5 førna, 2—3 stærkt degraderet muld (pletvis mor), 5—10 blegsand, 30—40 rustjord, leret sand med mange sten.
»	» 235	7	131	18.8	35.0	ca. 5	Lidt forblæst. 0—5 førna, 4—8 fibrøs mor med fed mor, 20—25 blegsand, ca. 90 udfældningslag (øverst rustfarvet, nederst hårdt sammenkittet, stenholdigt); svagt leret sand.
»	» 1	7	152	14.9	37.7	ca. 6	1—5 førna, 3—6 stærkt degraderet muld, 60—70 brunjord (med jævn rodfordeling), fint sand.
»	» 137	7	163	23.2	48.0	ca. 4	1—10 førna, 2—3 muld (stærkt degraderet), 60—80 brunjord, i ca. 1 m's dybde et 20 cm hårdt sammenkittet, stenrigt lag, svagt leret sand.
»	» 199	8	166	21.3	42.4	ca. 4	0—5 førna, 2—5 fed mor, 2—10 blegsand, udfældningslag som i afd. 235, sand.
»	» 265	7	166	12.9	25.8	und. 6	3—10 førna, 1—2 stærkt degraderet muld, 10—20 udvaskningslag, 20 cm med kraftig rodudvikling, 15—20 al, sand.
»	» 184	7	189	23.5	50.9	—	2—10 førna, 1—2 muld, 30—40 brunjord, sand.
»	» 274	7	220	22.5	56.6	—	1—5 førna, 1—3 stærkt degraderet muld, ca. 50 brunjord, et mere end 50 cm tykt hårdt sammenkittet lag, formentlig sand.
»	Haderslev Pamhule 176	7	99	26.4	43.7	2.6	1 førna, 2—5 muld, 30—40 brunjord, stærkt sandet ler.

Table I continued.

Flora *Flora*	Bemærkninger *Remarks*
Deschampsia flexuosa s, Luzula pilosa e, Luzula multiflora e, Carex sp. e, Mosser (Stereodon cupress., Dicranum scop., Catharinaea undulata, Mnium hornum, Leucobryum gl.) t.	Terrænet skråner svagt mod syd. Ret lys bevoksning. Prøvetræerne udtaget 125 m fra skovens vestkant.
Deschampsia flexuosa r, Mosser (Dicranum scop., Leucobryum glaucum) t, Melampyrum pratense e, Carex sp. e, Dryopteris austriaca e, Fagus silvatica e, Picea Abies e.	Terrænet skråner mod øst. Stærkt lyshugget bevoksning, store sekundære kroner.
Dryopteris Linn. t, Calamagrostis arund. t, Mosser (Stereodon cupress., Catharin. undul., Polytr. formos.) t, Deschampsia flex. e, Asperula odor. e, Oxalis e, Luzula sp. e, Fagus e.	Terrænet skråner mod nord.
Mosser (Stereodon cupress., Dicranum scop., Hyloc. triquetrum, Hyloc. loreum, Polytrichum formosum) r, Deschampsia flex. t, Fagus e.	Bevoksningen ligger højt og er lidt forblæst fra vest.
Melica unifl. r, Oxalis t, Stellaria Holostea t, Asperula odor. e, Deschampsia flex. e, Calamagrostis arund. e, Fagus e.	Terrænet skråner svagt mod vest. Noget forblæst.
Dryopteris Linn. s, Rubus idaeus t, Oxalis t, Milium effusum e, Abies e, Fagus silv. e, Viola sp. e, Veronica officinalis e.	Prøvetræer 90 m fra skovens vestkant.
Oxalis s, Deschampsia flex. t, Luzula pilosa e, Pteridium aquil. e, Fagus e, Sorbus Aucup. e, Mosser (Stereodon cup., Polyt. form., Dicranum) e.	Terrænet skråner mod vest.
Oxalis Acetosella t, Luxula sp. e, Milium effusum e.	„Troldeskov" på terræn der skråner mod nord. Årringsmålingerne er ikke medtaget i beregn. af indeks.
Oxalis t, Dryopteris Linn. e, Viola e, Dactylis sp. e, Milium eff. e, Juncus sp. e.	
Oxalis y, Dryopteris Linn. t, Urtica dioica e, Milium effusum e, Deschampsia caespitosa e, Pteridium aquilinum e, Fagus silvatica e.	Terrænet skråner mod øst.
Melica unifl. y, Milium effusum t, Lamium Galeob. t, Oxalis Acet. t, Stachys silv. e, Lapsana comm. e, Hordeum europ. e, Rubus fruticosus e, Fagus silv. e, Fraxinus excel. e.	Terrænet skråner svagt mod vest. Prøvetræer udtaget 70 m fra bevoksnings sydrand, 45 m fra vestkant, der blottedes ved afdrift for 10—15 år siden.

Tabel I fortsat.

Træart *Species*	Skovdistr. afd. *Forest District comp.*	Antal prøvetræer *Number of sample trees*	$\text{År}_{1.3}$ *Years at breast height*	Højde m *Height of sample trees metres*	Diam. cm *Diameter centimetres*	Bonitet *Site class*	Jordbund *Soil*
Bøg Fagus silvatica	Haderslev Pamhule 212	7	135	28.5	47.1	ca. 2.3	0.5—1 førna, 1—3 stærkt degraderet muld, 40—50 brunjord, svagt leret sand.
»	» 193	7	140	23.5	44.3	ca. 3.5	1—2 førna, 2—3 stærkt degraderet muld, pletvis indtil 4 cm tyk fibrøs mor, ca. 50 brunjord, stærkt sandet ler.
»	» 196	7	145	26.9	55.6	ca. 3	0.5—1 førna, 1—6 stærkt degraderet muld, ca. 50 brunjord, svagt sandet ler.
»	» 173	7	146	29.7	57.6	ca. 2	0—2 førna, 1—4 muld, 40—50 brunjord, sandet ler.
»	» 171	7	147	26.6	45.6	ca. 3	0—2 førna, 1—5 fibrøs mor, 0—8 blegsand, 40—50 rustjord, svagt sandet ler.
Eg Quercus Robur	Vallø 337	6	35	17.1	20.8	0.5	0—1 førna, 1—5 muld, 30—40 brunjord, ca. 60 grus, sandet ler.
»	» 308a	5	38	17.6	23.6	0.7	0—1 førna, 1—5 muld, 25—35 brunjord, leret sand.
»	» 366c	5	60	23.6	44.1	0.5	0—0.5 førna, 0—0.5 muld, 40—50 brunjord, ler.
»	» 359a	6	87	26.1	46.6	0.9	0—1 førna, 0.5—2 muld, 40—50 brunjord, stift ler med kalk.
»	» 357a	5	88	26.2	37.1	0.9	0—1 førna, 1—8 muld, ca. 40 brunjord, ler.
»	» 432a	7	98	26.6	52.9	1.1	0—3 førna, 1—2 muld, 20—40 brunjord, stift ler med sandårer.

Table I continued.

Flora *Flora*	Bemærkninger *Remarks*
Asperula odor. r, Oxalis Acet. r, Milium effusum s, Lamium Galeob. e, Dryopteris Filix-mas e, Rubus idaeus e, Fagus silv. e, Fraxinus excelsior e.	Svagt eksponeret mod nord.
Deschampsia flexuosa y, Oxalis Acet. t, Lapsana com. e, Solidago Virga-aurea e, Deschampsia caesp. e, Lonicera periclym. e, Ilex aquifol. e, Fraxinus excelsior e.	Terrænet skråner svagt mod øst. Prøvetræerne udtaget ca. 40 m fra skovens vestkant.
Milium effusum s, Asperula odor. t, Oxalis Acet. t, Stellaria Holostea t, Deschampsia flex. t, Viola e, Luzula pilosa e, Pteridium aquil. e, Mosser e.	Terrænet skråner svagt mod syd. Bevoksning svagt eksponeret fra nord.
Deschampsia caesp. y, Fagus silv. s, Asperula odor. t, Oxalis Acet. t, Milium effusum t, Ilex aquifol. t, Lamium Gal. e, Stellaria Holost. e, Vicia e, Primula e, Viola e, Lapsana com. e, Hordeum europ. e, Dactylis glom. e, Deschamp. flex. e, Luzula pilosa e, Dryopteris Filix-m. e, Mosser e, Rubus fruticosus e, Fraxinus excel. e.	Terrænet skråner mod nordvest.
Mosser s, Deschampsia flexuosa e, Luzula pilosa e, Fagus silvatica e.	Terrænet skråner svagt mod nord. Prøvetræer 50 m nord for skovbryn.
Lamium Gal. t, Mercurialis per. e, Asperula odor. e, Polygonatum multiflor. e, Rubus ida. e, Urtica dio. e, Viola e, Melica uniflora e, Fraxinus excels. e, Cerasus Padus e.	Meget tæt undervækst af hæg. Hugstår: 1942/43.
Rubus ida. y, Mercurialis per. s, Urtica dio. e, Asperula odor. e, Lamium Gal. e, Oxalis Acet. e, Stellaria Holost. e, Nepeta hed. e, Milium eff. e, Deschamps. caesp. e, Dactylis e, Hedera Helix e.	Prøvetræer ca. 25 m fra skovens østkant. Terrænet skråner svagt mod vest. Undervækst af tjørn og hassel. Hugstår: 1943/44, 1946/47.
Asperula odor. e, Primula e, Pulmonaria off. e, Mercurialis per. e, Geum urbanum e, Lamium Gal. e, Stellaria Hol. e, Deschamps. caesp. e, Melica unifl. e, Poa nemor. e, Equisetum pratense e, Catharinaea undul. e, Fraxinus excel. e, Quercus e.	Terrænet skråner svagt mod øst. Tæt undervækst af tjørn og avnbøg. Hugstår: 1928/29, 33/34, 35/36, 47/48.
Mercurialis per. y, Urtica dio. e, Rubus ida. e, Stachys silv. e, Asperula odor. e, Circaea lut. e, Geum urban. e, Lonicera Xyl. e.	Kraftig undervækst af bøg, navr, tjørn, elm, ask og hassel. Hugstår: 1944/45.
Rubus ida. y, Urtica dio. t, Oxalis Acet. t, Mercurialis per. e, Stachys silv. e, Geum urb. e, Asperula odor. e, Lactuca mur. e, Listera ovata e, Epilob. mont. e, Viola e, Carex e, Rumex e, Deschamps. caesp. e, Dactylis e, Agropyron canium e.	2' etage af bøg. Undervækst af hyld, elm, navr, tjørn, dunet gedeblad. Hugstår: 1936/37, 43/44.
Asperula odor. t, Primula t, Anemone nemor. t, Deschamps. caesp. t, Dactylis t, Oxalis Acet. e. Stellaria nemor. e, Stellaria Hol. e, Polygonat. multifl. e, Pulmonaria off. e, Scrophularia nod. e, Rubus ida. e, Viola e, Carex e, Melica unifl. e, Milium eff. e, Acer Pseudopl. e, Quercus e.	Terrænet skråner svagt mod nord. Kraftig, indplantet bøgeundervækst. Hugstår: 1925/26, 31/32, 47/48.

Tabel I fortsat.

Træart *Species*	Skovdistr. afd. *Forest District comp.*	Antal prøvetræer *Number of sample trees*	$\text{År}_{1.3}$ *Years at breast height*	Højde m *Height of sample trees metres*	Diam. cm *Diameter centimetres*	Bonitet *Site class*	Jordbund *Soil*
Eg Quercus Robur	Vallø 393d	8	101	25.6	52.5	1.5	0—2 førna, 3—5 muld, 40—50 brunjord, sandet ler.
»	» 264b	7	115	29.4	59.1	0.6	2—5 førna, 2—5 muld, 40—50 brunjord, sandet ler.
»	» 459b + 460b	7	118	28.8	66.0	0.8	2—3 førna, 2—5 muld, 40—60 brunjord, sandet ler.
Ask Fraxinus excelsior	» 383d	7	34	19.1	23.1	1.3	0—2 førna, 20—40 tørv, øverst med en kornet muldagtig struktur, svagt sandet ler med kalkpartikler.
»	» 292d	7	46	22.2	30.3	1.4	0—2 førna, 30—40 tørv, der i de øverste 2—3 cm er kornet muldagtig, blanding af stift ler og leret sand.
»	» 427b	7	63	24.7	35.2	1.9	1—2 førna, 90—100 tørv (øverste 2—3 cm muldagtig), ler.
»	» 420b	7	65	24.3	32.4	2.0	40—50 cm tørv (de øverste 5—10 med kornet struktur), sandet ler, grundvand ved 50 cm's dybde.
»	» 289b + 284b	7	70	29.9	49.5	ca. 1	0—1 førna, ca. 2 muld, 15—20 brunjord, 20—30 stift ler med kalk, kalkholdigt leret sand.
»	» 422b	7	71	26.6	39.4	ca. 1.5	0—2 førna, 40—50 tørv (de øverste ca. 2 cm med muldagtig struktur), ler. Grundvand i 80 cm's dybde.
»	» 436c	7	76	28.2	42.9	ca. 1.5	0—1 førna, 50—60 tørv (de øverste cm med muldagtig struktur), stift ler.

Table I continued.

Flora *Flora*	Bemærkninger *Remarks*
Asperula odor. t, Anemone nem. t, Deschamp. caesp. t, Agrostis ten. t, Dactylis e, Melica unifl. e, Rubus ida. e, Oxalis Acet. e, Lactuca mur. e, Viola e, Carex e, Fagus silv. e, Quercus e, Fraxinus excel. e.	Enkelte indblandede bøge, 2' etage af bøg.
Asperula odor. s, Anemone nemo. t, Circaea lut. e, Mercurialis per. e, Primula e, Pulmonaria off. e, Polygonatum multifl. e, Geranium Robert. e, Aegopod. Podagr. e, Oxalis Acet. e, Lactuca mur. e, Veronica mont. e, Viola e, Deschamps. caesp. e, Milium eff. e, Melica unifl. e, Agrostis ten. e, Carex e.	Prøvetræer 20—50 m fra skovens nordkant. 2' etage af bøg. Hugstår: 1936/37, 42/43.
Urtica dio. s, Rubus ida. s, Fraxinus excel. s, Asperula odor. s, Oxalis Acet. s, Anemone nem. s, Melica unifl. t, Galium Apar. t, Lamium Gal. e, Stachys silv. e, Stellaria nem. e, Geranium Robert. e, Primula e, Deschamps. caesp. e, Dactylis e, Milium eff. e, Agrostis ten. e, m. fl.	Terrænet skråner svagt mod sydvest. Nogen bøgeundervækst.
Rubus idaeus y, Pulmonaria obscura s, Brachypodium silv. s, Geum rivale t, Nepeta hederacea t, Viola sp. t, Mosser t, Deschampsia caespitosa e, Iris Pseudacorus e, Lysimachia Nummularia e, Galium Aparine e, Asperula odorata e, Oxalis Acet. e, Stellaria Holostea e, Anemone nem. e.	Lidt undervækst af ask, rødgran og ribs. Hugstår: 1942/43, 45/46, 47/48.
Mercurialis per. r, Filipendula Ulmaria r, Rubus idaeus s, Geum rivale t, Galium Apar. t, Mosser t, Urtica dioica e, Stachys silv. e, Paris quadrifolia e, Nepeta hed. e, Lycopus eu. e, m. fl.	Hugstår: 1935/36, 43/44.
Rubus idaeus r, Calamagrostis canescens r, Galium Aparine r, Lonicera Periclym. s, Urtica dioica e, Circaea alpina e, Asperula odorata e, Lamium Galeobdolon e, Equisetum pratense e, Athyrium Filix-femina e, Fragaria vesca e, Viola sp. e, m. fl.	Hugstår: 1934/35, 39/40, 47/48.
Urtica dioica r, Rubus idaeus r, Deschampsia caespitosa s, Galium Aparine t, Calamagrostis arundinacea t, Dactylis sp. e, Brachypodium silv. e, Geranium Robertianum e, Circaea lutetiana e, m. m. fl.	Hugstår: 1940/41, 47/48.
Urtica dioica r, Galium Aparine r, Calamagrostis canescens r, Mosser r, Deschampsia caespitosa t, Rubus idaeus t, Geum rivale t, Arctium nemorosum e, Equisetum pratense e, Primula sp. e, m. fl.	
Rubus idaeus r, Urtica dioica t, Deschampsia caesp. t, Asperula odorata t, Circaea alpina t, Dactylis sp. e, Galium Aparine t, Geum urbanum e, Geranium Robert. e, Brachypodium silv. e, m. fl.	Lidt undervækst af tjørn. Hugstår: 1926/27, 34/35.
Mosser r, Rubus idaeus s, Urtica dioica t, Asperula odorata t, Calamagrostis canescens t, Stellaria nemorum e, Myosotis palustris e, Listera ovata e, Primula sp. e, Iris Pseud. e, m. fl.	Nogen bøgeundervækst. Hugstår: 1927/28, 35/36, 41/42.

Tabel I fortsat.

Træart *Species*	Skovdistr. afd. *Forest District comp.*	Antal prøvetræer *Number of sample trees*	$Å r_{1.3}$ *Years at breast height*	Højde m *Height of sample trees metres*	Diam. cm *Diameter centimetres*	Bonitet *Site class*	Jordbund *Soil*
Rødel Alnus glutinosa	Vallø 436d	7	66	19.5	26.6	2.7	0—2 førna, mere end 110 tørv (øverst 5—10 med klumpstruktur), grundvand i 70 cm's dybde.
»	» 422c	7	71	18.6	30.7	3.0	0—2 førna, 40—50 tørv (de øverste 5 cm med klumpstruktur), ler.
»	» Dyrehaven	7	77	22.4	37.8	2.2	0—1 førna, 8—10 muld, 60—70 brunjord, sand.
»	» 427c	7	82	20.7	33.1	ca. 2.7	0—1 førna, 110 tørv, ler.
»	» 293d	7	96	19.6	39.6	ca. 3	1—3 førna, 110 tørv, ler.
»	» Dyrehaven	7	140	22.3	54.7	—	0 førna, 40 tørv (de øverste ca. 5 cm i god muldagtig tilstand — regnorme indtil 20 cm's dybde), leret grus.
Rødgran Picea Abies	Vallø 396c	6	19	13.9	14.6	0.5	0—1 førna, 1—2 fibrøs mor, ca. 40 cm gammel brunjord (endnu med store regnorme), sandet ler.
»	» 223c	5	21	16.6	18.0	ca. 0	2—3 førna, 1—2 stærkt degraderet muld, stedvis mor, 30—40 brunjord, svagt sandet ler.
»	» 466b	7	21	14.2	14.2	0.8	0—2 førna, 0—1 muld, pletvis 0—3 fibrøs mor, 30—50 brunjord, sandet ler.
»	» 313a	8	23	16.1	16.9	0.4	0—1 førna, 0—1 muld (pletvis fibrøs mor), 10—15 brunjord, stift ler.
»	» 416g	6	35	19.7	21.0	1.3	0—1 førna, 3—8 fibrøs mor, pletvis med fed mor, ca. 40 (øverst svagt affarvet) gammel brunjordsprofil, sandet ler.
»	» 444b	6	35	16.3	15.9	2.8	0—1 førna, 5—8 fibrøs mor, ÷ tydelig podsolering af den 30—40 gamle brunjordshorisont, sandet ler.

Table I continued.

Flora *Flora*	Bemærkninger *Remarks*
Urtica dioica r, Rubus idaeus s, Deschampsia caespitosa t, Athyrium Filix-femina t, Dryopteris austriaca e, Dryop. Filix-mas. e, Oxalis Acet. e, Lamium Galeob. e, Geranium Robert. e, Brachypodium silv. e, Stellaria Holostea e, m. fl.	Lidt undervækst af tjørn. Hugstår: 1927/28, 35/36, 41/42.
Urtica dioica r, Deschampsia caesp. s, Rubus idaeus t, Calamagrostis canescens t, Dryopteris austriaca t, Oxalis Acet. t, Circaea lutetiana e, Circaea alpina e, Agropyrum canium e, Geranium Robert. e, Lonicera Pericly. e, Fagus silv. e, m. fl.	Hugstår: 1926/27, 34/35.
Urtica dioica t, Deschampsia caesp. t, Ranunculus repens t, Calamagrostis canescens t, Myosotis sp. t, Carex sp. t, *Filipendula Ulmaria* e, *Impatiens* Noli-tangere e, Stachys silvatica e, Primula sp. e, Nepeta hed. e, Ajuga reptans e, Mercurialis perennis e, Valeriana sambucifol. e, Prunella vulgaris e, m. fl.	Terrænet skråner til en bæk mod syd, ca. 15 m fra prøvetræer.
Urtica dioica s, Rubus idaeus s, Circaea alpina t, Oxalis Acet. t, Lycopus europ. e, Stachys silv. e, Scrophularia nodosa e, Geranium Robert. e, Primula elatior e, Festuca gigantea e, Calamagrostis canescens e, Deschampsia caespitosa e, m. fl.	Hugstår: 1939/40, 47/48.
Pteridium aquilinum r, Lamium Galeob. r, Circaea alpina r, Athyrium Filix-fem. t, Stellaria Holostea t, Rubus idaeus e, Urtica dioica e, Asperula odor. e, Oxalis Acet. e, Convallaria majalis e, Paris quadrifol. e, Galeopsis bifida e, m. fl.	Undervækst af tjørn, bøg, ask og rødel.
Potentilla reptans s, Ranunculus repens t, Filipendula vulg. t, Geum urbanum t, Oxalis Acet. t, Stachys silv. e, Ajuga reptans e, Geranium Robert. e, Impatiens Noli-tang. e, Scutellaria galeric. e, Carex e, Rumex e, m. fl.	Prøvetræer taget tæt op til bæk. Vegetationen stærkt bidt af kreaturer. Undervækst af tjørn.
Mosser (Thuidium tamarisc.) e, Anemone Hepatica e, Carex e, Viola e, Fraxinus excel. e, Quercus e, Abies e.	Terrænet skråner svagt mod øst.
Oxalis Acet. e, Asperula odor. e, Urtica dioica e, Viola e, Quercus e, Fagus silv. e, Sambucus nigra e.	Terrænet skråner svagt mod nord. Hver anden række har været douglasgran; der er kun få tilbage. Hugstår: 1943/44, 1946/47.
Asperula odor. e, Urtica dio. e, Oxalis Acet. e, Galeobsis e, Viola e, Luzula e, Carex e, Quercus e.	Hugstår: 1935/36, 39/40, 45/46.
Carex e, Oxalis Acet. e, Eurhynchium praelongum e.	Hugstår: 1945/46.
Mosser (Stereodon cupress., Hyloc. triq., Polytric. form., Catharinaea undul.) e, Oxalis Acet. e, Urtica dio. e, Asperula odor. e, Lactuca mur. e, Viola e, Carex e, Luzula e, Deschampsia flex. e, Sorbus Aucuparia e.	Terrænet skråner svagt mod syd.
Mosser (Thuidium tamarisc., Catharinaea undul., Stereodon cupress.) e, Oxalis Acet. e, Lamium Galeob. e, Asperula odor. e, Chamaenerium angustifol. e, Melica unifl. e, Carex e, Luzula e, Quercus e, Fraxinus excel. e.	Terrænet skråner svagt mod vest. Hugstår: 1944/45.

Tabel I fortsat.

Træart *Species*	Skovdistr. afd. *Forest District comp.*	Antal prøvetræer *Number of sample trees*	$Å r_{1.3}$ *Years at breast height*	Højde m *Height of sample trees metres*	Diam. cm *Diameter centimetres*	Bonitet *Site class*	Jordbund *Soil*
Rødgran Picea Abies	Vallø 368a	9	45	22.0	24.5	2.0	0—1 førna, 6—10 fibrøs mor, 10—15 udvaskningslag, 20—30 rustjord, svagt sandet ler.
»	» 245a	27	49	22.1	25.0	2.2	0—1 førna, ca. 20 fibrøs mor med fed mor, 10—20 blegsand, 20—30 rustjord, 40—50 meget hård leral, sandet ler.
»	» 242a	8	52	24.0	29.3	2.0	1—2 førna, 3—5 fibrøs mor, pletvis muld, 0—2 blegsand, 30—40 rustjord, leret sand.
»	» 241a	10	54	26.6	30.2	1.3	0—1 førna, 6—12 fibrøs mor, ca. 40 overgrund uden synlig podsolering, sandet ler.
»	Nødebo 55	48	27				Se *Bornebusch* (1935)
»	» 79	72	27				” ” ”
»	» 228b	7	57	25.5	27.3	1.9	0—2 førna, 10—20 fibrøs mor med fed mor, 5—15 blegsand, 20—50 rustjord, forneden sammenkittet og stenrigt, svagt leret sand.
»	» 207b	7	67	25.8	30.6	2.3	1—3 førna, 8—15 fibrøs mor med fed mor, 5—10 blegsand, 10—20 rustjord, sand med en del sten.
»	» 384a	7	76	27.5	35.2	ca. 2	1—2 førna, 15—20 fibrøs mor over fed mor, 20 blegsand, 30—40 rustjord, sand.
»	» 196a	8	78	29.8	41.6	ca. 1.5	0—2 førna, 10—15 fibrøs mor med fed mor, 5—10 blegsand, 40—50 rustjord, leret sand (øverst hårdt sammenkittet).
»	» 209a	7	81	32.0	41.7	ca. 1	1—3 førna, ca. 10 fibrøs mor med fed mor, 40—50 justjord (nederst hårdt), svagt leret sand.

Table I continued.

Flora *Flora*	Bemærkninger *Remarks*
Oxalis Acet. s, Melica unifl. e, Deschamps. caesp. e, Deschamps. flex. e, Rubus ida. e, Pulmonaria off. e, Asperula odor. e, Lactuca mur. e, Veronica off. e, Viola e, Vicia e, Rumex e, Carex e, Luzula e, Mosser e, Picea Abies e, Quercus e, Fagus silv. e, Fraxinus excel. e.	Terrænet skråner svagt mod vest. Lys og noget træk på bunden fra askemose (30 m vest) og vej (10 m øst).
Oxalis Acet. r, Melica unifl. s, Rubus ida. t, Lamium Gal. e, Mercurialis peren. e, Lactuca mur. e, Athyrium Filix-fem. e, Luzula e, Deschamps. flex. e, Mosser (Pseudoscler. pur., Thuidium tamarisc., Brachytes. rutab., Mnium rostr.) e, Lonicera Xyl. e, Fagus silv. e, Quercus e.	
Rubus idaeus y, Mosser (Thuidium tamarisc., Pseudoscler. pur.) y, Melica unifl. r, Oxalis Acet. s, Lamium Gal. t, Asperula odor. e, Lactuca mur. e, Chamaenerium angustifol. e, Deschamps. flex. e, Carex e.	Terrænet skråner svagt mod sydvest. Hugstår: 1933/34, 38/39.
Oxalis Acet. y, Rubus idaeus r, Asperula odor. e, Lamium Gal. e, Viola e, Melica unifl. e, Mosser (Dicranella) e, Sambucus nigra e, Fagus silv. e.	Prøvetræer 80—90 m fra skovens vestkant.
	4 provenienser. Kun proveniensen „Gribskov" indgår i årringsindeks.
	6 provenienser. Kun proveniensen „Gribskov" indgår i årringsindeks.
Mosser (Dicranum sp., Stereodon cupressiformis, Hylocomium Schreberi, Thuidium tamariscifolium, Leucobryum glaucum m. fl.) r, Dryopteris austriaca e, Luzula pilosa e, Luz. multifl. e, Desch. flex. e.	Terrænet skråner svagt mod syd.
Deschampsia flexuosa t, Mosser (Stereodon cupressiformis, Leucobryum glaucum) t, Dryopteris austriaca e, Picea Abies e, Fagus silvatica e.	Terrænet skråner svagt mod syd. Prøvetræer udtaget 50 m fra bevoksningens eksponerede NØ-rand og 40 m fra eksponeret SV-rand.
Mosser (Stereodon cupress., Hylocomium Schreberi) r, Deschampsia flexuosa r, Luzula pilosa e, Trientalis europaea e, Majanthemum bifolium e, Melampyrum pratense e, Oxalis Acetosella e, Rubus idaeus e, Chamaenerium angustifol. e, Picea A. e, Frangula Alnus e, Betula sp. e, Sorbus Aucuparia e, m. fl.	Terrænet skråner mod nord. Enkelte lærk indblandet i bevoksningen.
Deschampsia flex. y, Mosser (Hyloc. Schreberi, Leucobryum gl., Catharinaea undul.) t, Deschampsia caesp. e, Chamaenerium angust. e, Rubus idaeus e, Oxalis A. e, Trientalis europ. e, m. fl.	Terrænet skråner svagt mod syd. Hugstår: 1929/30, 33/34, 35/36, 42/43. Prøvetræer ca. 40 m fra rand af 4 år gammel afdrift.
Deschampsia flex. y, Mosser (Hyloc. Schreberi, Catharinaea undul.) t, Trientalis europ. e, Majanthemum bifol. e, Luzula pilosa e, Dryopteris austriaca e, Oxalis A. e, Sorbus Auc. e, Picea A. e, Fagus silv. e.	Terrænet skråner svagt mod nordøst.

Tabel I fortsat.

Træart *Species*	Skovdistr. afd. *Forest District comp.*	Antal prøvetræer *Number of sample trees*	$År_{1.3}$ *Years at breast height*	Højde m *Height of sample trees metres*	Diam. cm *Diameter centimetres*	Bonitet *Site class*	Jordbund *Soil*
Rødgran Picea Abies	Nødebo 173b	7	92	30.9	40.6	ca. 1.5	Ca. 1 førna, 10—20 fibrøs mor med fed mor, 0—5 blegsand, 30—35 rustjord, leret sand, der i dybden går over i stærkt sandet ler.
»	Buderupholm 95	7	46	19.7	22.9	3.0	0—1 førna, 5—7 fibrøs mor, 5—15 blegsand, 30—40 rustjord, fint sand (i ca. 1 m's dybde mange sten).
»	» 280	7	53	25.3	31.0	1.7	0—1 førna, 2—6 fibrøs mor med fed mor, 15—25 blegsand, ca. 60 rustjord (nederst hård), svagt leret sand.
»	» 160	7	57	25.3	32.4	1.9	0—1 førna, 5—10 fibrøs mor med fed mor, 10—20 blegsand, 25—30 rustjord, sand.
»	» 72	7	63	23.7	30.9	2.8	0—1 førna, 1—6 fibrøs mor, 5—20 blegsand, ca. 60 rustjord, grus.
»	» 276	7	72	26.3	31.2	ca. 2.2	0—1 førna, 3—8 fibrøs mor, 25—30 blegsand, 40—50 rustjord, sand.
»	» 345	7	58	27.7	34.5	1.3	0—1 førna, 2—5 fibrøs mor (pletvis muld), 10—20 blegsand, 50—60 rustjord, svagt leret sand.
»	» 278	7	78	30.8	43.6	ca. 1	0—1 førna, 5—10 fibrøs mor med fed mor, ca. 40 rustjord, grus med mange store sten.
»	Lindenborg 680	7	54	22.2	29.0	2.7	0—2 førna, 2—6 fed mor, 5—10 blegsand, 20—30 rustjord, 20—30 fast sammenkittet lag med mange flintesten, sand.
»	» 35	7	64	24.4	32.9	2.5	1—2 førna, 5—10 fed mor, 10—15 blegsand, 50—60 rustjord, fint sand med nogle sten.
»	» 273	7	65	26.0	40.4	2.1	0—1 førna, 1—3 fed mor i nedbrydning (pletvis muld), 0 blegsand, 40—50 overgrund, leret sand med store flintesten og kridtklumper.

Table I continued.

Flora *Flora*	Bemærkninger *Remarks*
Deschampsia flex. y, Mosser (Hyloc. Schreberi, Dicranum sp., Plagiothesium undul.) y, Picea A. t, Quercus sp. e, Trientalis europ. e, Dryopteris austriaca e, Calluna vulgaris e.	Terrænet skråner svagt mod øst. Bevoksningen ret stærkt trametesangrebet.
Mosser (Hyloc. loreum, Dicranum scop., Thuidium tamarisc., Stereodon cupress.) r, Senecio silv. e, Stellaria media e, Melampyrum pratense e, Galeobsis bifida e.	Terrænet skråner svagt mod syd.
Mosser (Thuidium tamarisc., Pseudosclerop. pur., Plagiothesium undul., Polytr. formosum, Dicranum scop. m. fl.) y, Oxalis e, Rubus ida. e, Chamaenerium e, Stellaria med. e, Milium e, Deschamps. flex. e, Desch. caesp. e, Athyrium e, m. fl.	
Mosser (Pseudosclerop. pur., Dicranum scop., Dicr. maj., Hyloc. triq., Polytr. formosum, Dicranella) y, Oxalis e, Luzula e, Deschamps. flex. e, Carex e, Picea Abies e.	
Mosser (Dicranum scop., Dicr. maj., Hyloc. Schreberi, Plagioth. undul., Polytr. form., Stereodon cupress.) r, Deschamps. flex. t, Oxalis e, Chamaenerium e, Luzula e, Vaccinium Myrt. e, Picea e.	Terrænet skråner mod øst.
Mosser (Hyloc. Schreb., Hyloc. triq., Thuidium tamarisc., Hyloc. loreum, Plagioth. undul., Polytr. form., Dicr. maj., Stereodon cupress., Mnium hornum) y, Oxalis t, Deschamps. flex. e, Calamagrost. arund. e, Luzula e, Vaccin. Myrt. e, Sorbus Aucup. e, Picea Abies e.	Terrænet skråner stærkt mod nordøst.
Mosser (Thuidium tamarisc., Plagioth. undul., Hyloc. loreum, Hyl. triq., Polytr. form. e, Pseudosclerop. pur., Dicranum) y, Oxalis r, Rubus ida. e, Milium eff. e, Deschamps. flex. e, Luzula multifl. e, Picea Abies e.	Terrænet skråner svagt mod vest.
Mosser (Ster. cupr., m. fl.) y, Deschamp. flex. s, Oxalis t, Dryopt. Linn. e, Rubus ida. e, Calluna e, Potentil. erecta e, Galium hercyn. e, Luzula e, m. fl.	Bund af slugt. Afdrift 30 m øst for prøvetræerne giver lys til bundfloraen.
Mosser (Hyloc. Schreb., Hyloc. triq., Hyloc. loreum, Plagioth. undul., Dicranum) r, Oxalis t, Deschamps. flex. e, Rubus ida. e, Galium hercyn. e, Veronica of. e, Luzula e.	Terrænet skråner svagt mod øst.
Mosser (Hyloc. Schreb., Hyloc. loreum, Polytr. formos., Plagioth. undul., Mnium undul., Mnium hornum, Dicran. scop., Pseudosclerop. pur.) y, Oxalis e, Trientalis e, Calluna e, Deschamps. flex. e, Carex e, Luzula e, Picea A. e, m. fl.	Terrænet skråner svagt mod nordvest.
Mosser (Thuidium tamarisc., Dicran. scop., Polytr. formos., m. fl.) y, Oxalis r, Deschamp. flex. t, Deschamps. caesp. e, Agrostis tenuis e, Urtica dio. e, Dryopteris Linn. e, Galium hercyn. e, Viola e, Fagus e, Picea A. e.	Stejl sydvestskråning.

Tabel I fortsat.

Træart *Species*	Skovdistr. afd. *Forest District comp.*	Antal prøvetræer *Number of sample trees*	$Å r_{1.3}$ *Years at breast height*	Højde m *Height of sample trees metres*	Diam. cm *Diameter centimetres*	Bonitet *Site class*	Jordbund *Soil*
Rødgran Picea Abies	Lindenborg 263	7	66	26.9	38.1	1.9	0—2 førna, 1—4 fed mor, ca. 10 svagt affarvet blegsand, ca. 40 rustjord, herunder et hårdt sammenkittet lag, der ikke gennembrødes ved gravning til over 1 m's dybde.
»	» 285	7	71	26.2	38.9	ca. 2.2	0—1 førna, 2—6 fed mor, 15—25 blegsand, 60—70 ret hård rustjord, groft sand med mange sten.
»	» 326	7	76	26.6	39.4	ca. 2.3	0—2 førna, 5—10 fedmor, 10—40 blegsand, mere end 70 cm ret hård rustjord, formodentlig sand.
»	Haderslev Pamhule 184	7	65	29.3	38.1	1.2	½—1 førna, 2—3 fibrøs mor, et enkelt sted begyndende blegsandsdannelse, 30—50 brunjord, ler.
»	» 175	7	68	29.6	38.9	1.3	1—2 førna, 1—4 fibrøs mor, pletvis med fed mor, pletvis muld, 30—50 brunjord, sandet ler.
»	» 195	7	69	ca. 30	40.6	ca. 1.2	Ca. 1 førna, 4—7 fibrøs mor, ca. 4 blegsand, 30—40 rustjord, svagt sandet ler.
»	» 198	7	74	27.6	40.8	ca. 2	Ca. 1 førna, tørv i mere end 2 m's dybde.
»	» 172	7	76	32.0	41.6	ca. 1	1—2 førna, muld og fibrøs mor, 30—40 brunjord, svagt sandet ler.
»	» 190	7	82	30.1	45.0	ca. 1.5	0—1 førna, 2—3 fibrøs mor — stedvis med 0—6 fed mor, 2—3 blegsand, ca. 30 rustjord, sandet ler.
»	» 155	7	90	37.9	45.6	ca. 0	1—2 førna, ca. 1 stærkt degraderet muld, ca. 30 brunjord, sandet ler.
»	Haderslev Studsbøl 380	7	38	22.4	26.0	0.9	3—4 førna, ca. 5 fibrøs mor, ca. 15 fed mor, 15—20 rustjord, der er stærkt sammenkittet, svagt sandet ler med frit kalk.
»	» 374	7	50	23.9	26.6	1.8	1—2 førna, 4—6 fibrøs mor, 20—25 blegsand, 50—60 rustjord, der går jævnt over i svagt leret sand.

Table I continued.

Flora *Flora*	Bemærkninger *Remarks*
Mosser (Stereodon cupress., Polytr. form., Cathar. undul., Thuidium tamarisc.) y, Oxalis r, Veron. off. e, Galium hercyn. e, Majanthemum e, Trientalis e, Lactuca mural. e, Arenaria trinerv. e, Vacc. Myrtil. e, Deschamp. flex. e, m. fl.	
Mosser (Thuidium tamarisc., Pseudosclerop. pur., Polytr. form., Plagioth. undul., Dicran. scop.) y, Oxalis e, Stellaria Holos. e, Trientalis e, Chamaenerium e, Arenaria trinerv. e, Galium hercyn. e, Rumex e, Carex e, Agrostis ten. e, m. fl.	Terrænet skråner mod syd.
Mosser (Thuidium tamar., Hyloc. loreum, Hyloc. triq., Hyloc. splendens, Hyloc. Schreb., Polytr. form., Plagioth. undul. m. fl.) y, Oxalis t, Deschamps. flex. e, Dryopteris Linn. e, Athyrium e, Trientalis e, Galium hercyn. e, Rumex e, Luzula e, Fagus e, Sorbus Au. e, Picea A. e.	Terrænet skråner svagt mod nordvest.
Oxalis Acet. e, Mosser t, Dryopteris Filix-mas e, Deschampsia caesp. e, Hordeum europ. e, Festuca altissima e, Lactuca muralis e, Ilex aquifol. e.	Terrænet skråner svagt mod nord.
Milium effusum r, Rubus idaeus s, Dryopteris Filix-mas t, Dryopt. austriaca t, Festuca altissima t, Oxalis Acet. e, Deschampsia caesp. t, Mosser e.	Terrænet skråner mod nordøst.
Dryopteris Filix-mas s, Dryopt. austriaca t, Deschampsia flexuosa t, Milium effusum e, Rubus idaeus e, Hedera helix e, Mosser e.	Terrænet skråner svagt mod øst. Højden ansat efter distriktets plan.
Dryopteris austriaca y, Oxalis Acet. e, Rubus idaeus e, Deschampsia flex. e, Mosser e.	
Dryopteris Filix-mas y, Rubus idaeus s, Oxalis Acet. t, Mosser t, Deschamps. caesp. e, Melica unifl. e, Hordeum europ. e, Rubus fruticosus e.	Terrænet skråner mod nord.
Mosser y, Deschampsia flexuosa r, Lapsana communis e, Oxalis Acetosella e, Dryopteris Filix-mas e.	Terrænet skråner mod nordøst. Bevoksningen er noget vindeksponeret mod nordvest.
Dryopteris Filix-mas r, Dryopt. austriaca r, Rubus fruticosus s, Mosser s, Rubus idaeus t, Dryopteris Linnaeana e, Oxalis Acetosella e.	Terrænet skråner mod nord.
Deschampsia flexuosa e, Senecio silvaticus e, Mosser e.	
Mosser r, Deschampsia flexuosa e, Senecio sp. e, Picea Abies e, Frangula alnus e.	Terrænet skråner mod vest, mod hvilken retning bevoksningen er noget eksponeret. Prøvetræer 60—70 m fra vestkant.

Tabel I fortsat.

Træart *Species*	Skovdistr. afd. *Forest District comp.*	Antal prøvetræer *Number of sample trees*	$Ar_{1.3}$ *Years at breast height*	Højde m *Height of sample trees metres*	Diam. cm *Diameter centimetres*	Bonitet *Site class*	Jordbund *Soil*
Rødgran Picea Abies	Haderslev Studsbøl 364	7	56	27.2	39.9	1.3	2—3 førna, ca. 10 fibrøs mor. Profil præget af voldsom jordbearbejdning. I 20 cm's dybde begynder et 20—30 cm tykt humusholdigt lag. Herunder ler, indeholdende frit kalk.
»	» 429	7	57	25.0	32.6	2.0	1—2 førna, 6—8 fibrøs mor, 2—10 fed mor, ca. 5 blegsand, ca. 40 rustjord (foroven humusfarvet), skarpt grovkornet sand.
»	» 389	7	65	27.7	37.4	1.7	1—3 førna, 1—2 stærkt degraderet muld, 40—60 brunjord, der går jævnt over i stærkt sandet ler med sandårer.
»	» 393	7	69	30.2	35.5	ca. 1.2	1—2 førna, 10—15 fibrøs mor, 15—20 blegsand, 30—40 rustjord, der går jævnt over i svagere rustfarvet, noget sammenkittet sand, der går mere end 1.5 m i dybden.
»	» 417	7	70	25.4	30.8	ca. 2.4	1—2 førna, 6—8 fibrøs mor, 2—5 blegsand, ca. 130 rustjord (rødderne særlig udbredt i 50—60 cm's dybde), sand.
»	Gram 3c	7	41	16.0	18.8	3.9	Ca. 1 førna, 4—5 fibrøs mor, ca. 40 blegsand, 40—50 ret løs al (sort foroven), sand.
»	» 15a	9	44	14.4	17.5	4.8	Ca. 1 førna, 2—10 fibrøs mor, 20—30 blegsand, 40—60 (foroven stærkt humusfarvet) rustjord, grus med mange 1—5 cm store sten.
»	» 22b	8	48	20.3	24.2	2.9	Ca. 1 cm førna, 1—3 fibrøs mor, 20—40 blegsand, 30—40 rustjord. Svagt leret sand med sten.
»	» 14a	7	48	16.4	20.4	4.3	Ca. 1 cm førna, 6—10 fibrøs mor, 15—20 blegsand, ca. 20 rustjord, der er tæt pakket med 1—3 cm store sten, rustfarvet grus.
»	» 24a	8	53	18.1	22.9	4.0	0—1 førna, 4—10 fibrøs mor, 30—40 blegsand, 40—50 rustjord, sand.
»	» 39a	7	55	16.0	21.1	4.9	Ca. 1 førna, 10—20 fibrøs mor, 20—25 blegsand, hvoraf dog kun den øverste cm er rigtig afbleget, medens det øvrige ser ud som stærkt degraderet sandmuld, 40—50 rustjord; sand.

Table I continued.

Flora *Flora*	Bemærkninger *Remarks*
Mosser y, Deschampsia flexuosa t, Senecio silvaticus e, Dryopteris austriaca e, Picea Abies e.	Arealet gennemskåret af 1 m brede „grøfter", der ligger parallelt med 4.5 m's mellemrum. Jorden fra grøfterne formodentlig kastet over morren ved kulturens anlæg.
Deschampsia flexuosa t, Senecio silvaticus e, Melampyrum pratense e, Dryopteris austriaca e, Luzula sp. e, Mosser e.	Hveranden række skal have været bjergfyr. De sidste af disse er fjernede for mere end 10 år siden.
Mosser r, Oxalis Acetosella s, Deschampsia flex. t, Ajuga reptans t, Stellaria media e, Viola sp. e, Senecio silvaticus e, Campanula rotundifol. e, Holcus lanatus e, Deschampsia caespitosa e, Luzula sp. e, Picea Abies e.	Terrænet skråner svagt mod syd.
Mosser y, Deschampsia flexuosa e, Deschampsia caespitosa e, Luzula pilosa e, Luzula multiflora e, Vaccinium myrtillus e, Dryopteris austriaca e, Picea Abies e.	
Mosser y, Deschampsia flexuosa s, Senecio silvaticus e, Stellaria media e.	
Mosser y, Deschampsia flexuosa e, Galium saxatile e, Holcus mollis e, Dryopteris austriaca e, Quercus sp. e.	Plantet 1898. Terrænet skråner svagt mod vest.
Mosser y, Deschampsia flexuosa e, Holcus mollis e, Luzula sp. e, Quercus sp. e, Picea Abies e.	Plantet 1890—96.
Mosser y, Agrostis tenuis t, Senecio silvaticus e, Chamaener. angustifol. e, Stellaria media e, Veronica officinalis e, Hieracium pilosella e, Deschampsia flexuosa e, Luzula pilosa e, Dryopteris austriaca e, m. fl.	Plantet 1893. Ret stærkt angrebet af rodfordærver. Terrænet skråner svagt mod vest.
Mosser (Sphagnum sp. e) y, Deschampsia flexuosa e, Cladina sp. e, Picea Abies e.	Plantet 1882—85. Terræn plant; men et lidt højere parti skråner ned mod fladen; fod af skråning ca. 12 m fra prøvetræer og hul. Formentlig tilstrøm. vand.
Mosser y, Deschampsia flexuosa t, Chamaenerium angustifolium e, Calluna vulgaris e, Picea Abies e.	Plantet 1880. Bevoksningen er noget hullet.
Mosser y, Deschampsia flexuosa t, Picea Abies e.	Plantet 1884, formodentlig på gammel ager. Bevoksningen er noget hullet.

Tabel I fortsat.

Træart *Species*	Skovdistr. afd. *Forest District comp.*	Antal prøvetræer *Number of sample trees*	$\text{År}_{1,3}$ *Years at breast height*	Højde m *Height of sample trees metres*	Diam. cm *Diameter centimetres*	Bonitet *Site class*	Jordbund *Soil*
Rødgran Picea Abies	Gram 37a	7	57	16.9	20.9	4.7	Ca. 1 førna, 6—8 fibrøs mor, 20—30 blegsand (udseende som i afd. 39 a), 40—50 rustjord, sand.
Ædelgran Abies alba	Buderupholm 201	7	47	23.8	31.0	1.0	0—1 førna, 5—10 fibrøs mor med fed mor, 5—10 udvaskningslag, sandet ler med kalkpartikler.
»	» 131	7	48	21.8	35.4	1.5	0—1 førna, 4—6 fibrøs mor med fed mor, 5—15 blegsand, 40—60 rustjord, svagt leret sand med mange sten.
»	» 22	7	49	20.9	27.6	1.9	0—1 førna, 2—4 fed mor, 10—25 blegsand, 10—30 rustjord, sand med enkelte sten.
»	» 312	7	49	23.1	28.6	1.3	0—1 førna, 5—8 fibrøs mor med fed mor, 10—20 blegsand, 60—70 rustjord, grus.
»	» 23	7	50	23.0	34.6	1.4	0—1 førna, 2—5 fed mor, 10—25 blegsand, 30—40 rustjord, svagt leret sand.
»	» 132	7	63	23.7	43.1	2.0	0—1 førna, ca. 8 fibrøs mor med fed mor (pletvis muld), 5—15 blegsand, 5—20 rustjord, sand med mange sten.
Sitkagran Picea sitchensis	Buderupholm 307	7	42	24.7	32.7	—	1—2 førna, 3—6 fed mor, 0—5 blegsand, 40—60 rustjord, sand.
»	» 280	7	53	32.6	52.9	—	0—1 førna, 0—2 stærkt degraderet muld, pletvis fibrøs mor, 50—60 overgrund, stærkt leret sand.
Douglasgran Pseudotsuga taxifolia	» 190	6	52	28.5	44.4	—	0—1 førna, 1—10 fibrøs mor med fed mor, 10—15 blegsand, 60—70 rustjord, sand.

Table I continued.

Flora *Flora*	Bemærkninger *Remarks*
Mosser y, Deschampsia flexuosa e, Senecio silvaticus e.	Plantet 1882, formodentlig på gammel ager.
Mosser (Thuidium tamarisc., Stereodon cupress., Dicran. scop., Polytr. form.) y, Deschamps. caesp. e, Luzula multifl. e, Rubus ida. e, Galium hercyn. e, Athyrium e, Betula e, Sorbus Aucup. e, Frangula e, Abies e, Picea A. e.	
Mosser (Hyloc. Schreb., Dicran. scop., Dicr. maj., Stereod. cupress., Thuid. tamarisc., Polytr. form., Hyloc. loreum, Plagioth. undul.) y, Deschamps. flex. e, Calluna e, Rubus ida. e, Oxalis e, Lapsana e, Luzula e, Veronica off. e, Galium hercyn. e, Abies e, Picea A. e.	En del rødgran indblandet.
Mosser (Stereodon cupress., Dicran. scop., Plagioth. undul., Hyloc. Schreberi, Hyloc. triq.) r, Calluna e, Deschamps. flex. e, Veronica off. e, Abies e.	Terrænet skråner mod syd. Der har været indblandet rødgran i bevoksningen.
Mosser (Thuidium tamarisc., Pseudoscler. pur., Hyloc. lor., Plagioth. undul., Dicranum, Mnium hornum, Stereod. cupress., Polytr. for.) y, Oxalis e, Luzula e, Abies e.	
Mosser (Thuidium tamarisc., Dicran. majus, Hyloc. triq., Hyloc. splendens, Plagioth. undul., Stereod. cupress.) y, Oxalis e, Veronica off. e, Luzula e, Deschamps. flex. e, Athyrium e, Abies e, Picea e.	Terrænet skråner svagt mod nordøst. Spredte rødgraner i bevoksningen.
Deschamps. flex. y, Mosser (Stereod. cupress., Cathar. undulata, Dicranum, Dicranella, Hyloc. triq., Hyloc. loreum) r, Melampyrum prat. s, Oxalis e, Rubus ida. e, Majanthemum e, Convallaria e, Calluna e, Sarothamnus e, Milium e, Fagus e, m. fl.	Noget forblæst; prøvetræer ca. 35 m fra sydvestvendt skovbryn. Terrænet skråner mod sydvest.
Oxalis Acet. e, Galium hercyn. e, Veronica off. e, Stellaria media e, Senecio silv. e, Deschampsia caesp. e, Deschamp. flex. e, Picea sitchensis e, Mosser (Stereodon cupress., Dicranella, Dicranum) e.	Terrænet skråner svagt mod syd. Den 25—30 m brede bevoksning rager højt op over den omgivende bøgebevoksning.
Dryopteris Filix-mas s, Rubus idaeus s, Mosser (Pseudosclerop. pur., Plagiothesium undul., Thuidium tam., Dicranum scop.) s, Deschamps. caesp. t, Oxalis Acet. t, Cardamine flex. e, Senecio silv. e, Hypericum e, Galium hercyn. e, Agrostis ten. e, Athyrium Filix-fem. e, Dryopteris Linn. e, m. fl.	Terrænet skråner svagt mod nordøst. Der har tidligere været indblandet rødgran. Bevoksningen er meget lys.
Mosser (Plagiothes. undul., Hyloc. lor., Polytr. form., Dicranum scop., Dicr. maj., Hyloc. Schreb., Pseudoscl. pur., Mnium hornum) r, Deschampsia caesp. t, Oxalis Acet. t, Athyrium Filix-fem. e, Rubus id. e, Vaccinium Myrt. e, Calluna vulg. e, Trientalis europ. e, Luzula e, Deschampsia flex. e, Dryopt. Linn. e, Pseudotsuga taxifol. e, Picea Abies e, Fagus silv. e.	Terrænet skråner mod vest. Bevoksningen eksponeret fra 10—15 år gammel afdrift mod øst.

Tabel I fortsat.

Træart *Species*	Skovdistr. afd. *Forest District comp.*	Antal prøve-træer *Number of sample trees*	$\text{År}_{1.3}$ *Years at breast height*	Højde m *Height of sample trees metres*	Diam. cm *Diameter centimetres*	Bonitet *Site class*	Jordbund *Soil*
Douglasgran Pseudotsuga taxifolia	Buderupholm 131	7	52	25.0	41.8	—	0—1 førna, 5—8 mor i stærk nedbrydning, 0—20 blegsand, 40—60 rustjord, sand.
Ene Juniperus communis	Børglum Klosterskov	7	37	3.8	—	—	Ikke beskrevet.

Table I continued.

Flora *Flora*	Bemærkninger *Remarks*
Agrostis ten. t, Rubus idaeus t, Oxalis Acet. t, Mosser (Polytr. form., Dicranum scop., Stereodon cupress.) t, Veronica off. e, Galium hercyn. e, Viola e, Deschampsia caesp. e, Deschamps. flex. e, Holcus mol. e, Luzula e, Juncus eff. e, Athyrium Filix-f. e, Dryopteris Linn. e, Abies e, Picea Abies e, Larix e, Pseudotsuga tax. e, Salix e.	Terrænet skråner svagt mod vest. Lys bevoksning.
Ikke beskrevet.	Stejl nordvesthælde.

Tables II—XIX.

Explanation: Tabel = Table
År = Year
Middelårringsbredde (%) = Percentual mean ring-width
Afdeling = Compartment
Indeks = Tree-ring index.

TABEL II,I

Unge bevoksninger (Young stands)

BØG (Fagus silvatica), VALLØ I.

	Middelårringsbredde (%)								
	Afdeling								
År	448	307	377	485	372	356	466	342	Indeks
1948	96	92	109	74	96	102	90	96	95
1947	98	93	107	77	71	90	77	84	87
1946	122	112	132	118	92	109	124	101	114
1945	145	110	129	105	110	125	132	103	120
1944	107	90	118	73	101	105	118	83	100
1943	93	90	114	79	99	115	98	69	95
1942	101	90	110	100	103	98	117	68	99
1941	94	76	102	83	87	85	105	70	88
1940	98	75	95	86	93	95	108	88	92
1939	127	89	107	93	96	119	131	119	110
1938	125	83	108	90	97	117	106	100	103
1937	100	91	105	105	92	104	109	96	100
1936	120	128	99	120	129	122	135	122	122
1935	115	93	102	109	114	101	100	85	103
1934	61	88	73	70	92	58	76	62	73
1933	100	125	124	114	97	91	101	96	106
1932	106	123	107	139	95	106	112	88	110
1931	114	137	123	142	106	77	133	109	118
1930	93	124	102	135	103	118	130	121	116
1929	100	119	119	132	99	101	104	107	110
1928	93	126	120	116	95	91	90	105	105
1927	102	131	124	127	109	122	105	134	119
1926	78	95	106	113	95	136	113	127	108
1925	42	83	78	71	71	105	75	90	77
1924	70	103	118	106	116	117	101	122	107
1923		105	110	89	119	108	90	116	101
1922		89	103	86	105	104	89	120	95
1921		71	79	61	103	91	63	98	77
1920		96	86	110	114	118	100	131	103
1919		95	85	98	117	110	77	109	94
1918		103	77	99	111	114	101	129	100
1917		75	50	69	88	90	54	89	70
1916			76	109	90	109	69	117	91
1915			68	104	116	93	82	109	91
1914			76	93	87	88	99	91	85
1913			66	64	89	62	81	86	72
1912			87	96	103	83	98	89	89
1911			106	113		74	87	86	91
1910				132		96	127	102	116
1909						82	111	103	106
1908						80	100	89	96
1907						93	124	105	115
1906						96	101	102	107
1905							94	96	100
1904							64	87	79
1903							99	98	104
1902								110	116
1901								103	109
1900								99	105
1899								105	111
1898								108	114
1897								66	70
1896								112	118

TABEL II,$_{II}$

Mellemaldrende bevoksninger (Middle-aged stands)

BØG (Fagus silvatica), VALLØ II.

	Middelårringsbredde (%)								
	Afdeling								
År	434	236	389	359	393	316	338	241	Indeks
1949							102		
1948	134	133	84	104	81	130	81	82	105
1947	112	108	86	99	100	121	81	92	101
1946	152	133	147	132	124	187	112	123	141
1945	139	122	117	98	121	195	83	132	128
1944	118	112	92	72	109	142	69	72	100
1943	107	114	95	96	116	138	68	102	106
1942	99	119	70	102	115	129	61	105	101
1941	76	97	70	87	95	93	61	82	84
1940	80	93	70	89	110	107	68	111	92
1939	98	112	80	111	135	136	104	133	115
1938	96	110	83	106	123	128	103	129	111
1937	101	111	92	98	125	102	108	123	109
1936	114	122	89	96	114	109	134	137	116
1935	89	116	85	70	90	81	115	90	93
1934	57	75	69	67	78	34	87	93	71
1933	88	115	80	86	108	56	101	104	93
1932	93	112	90	83	112	70	114	104	99
1931	109	126	101	94	118	113	122	111	113
1930	98	124	96	87	93	118	125	121	109
1929	94	111	96	80	108	105	129	120	107
1928	80	108	94	73	133	74	125	129	103
1927	96	120	106	93	142	108	114	147	117
1926	85	114	91	88	97	82	92	113	96
1925	76	94	99	82	90	66	85	106	88
1924	102	109	133	99	109	115	119	132	116
1923	93	102	124	96	103	131	122	130	114
1922	92	93	113	111	97	150	134	133	117
1921	68	89	107	103	88	91	108	127	99
1920	112	83	121	114	118	114	123	158	119
1919	104	73	101	85	99	80	93	115	95
1918	112	84	97	96	94	85	82	90	94
1917	74	69	82	91	76	59	62	114	79
1916	106	83	96	105	83	96	87	106	96
1915	118	84	104	119	82	107	103	76	100
1914	110	88	116	119	97	84	121	69	102
1913	86	85	119	96	91	80	92	64	90
1912	112	92	113	105	100	89	95	80	100
1911	95	91	117	86	91	92	85	73	92
1910	106	72	114	94	87	78	85	76	90
1909	85	75	105	99	94	87	79	67	88
1908	74	80	107	102	101	72	77	79	88
1907	98	92	104	109	93	117	97	90	101
1906	101	97	82	114	89	88	100	95	97
1905	90	92	91	116	86	65	91	86	91
1904	62	85	87	105	76	65	76	72	80
1903	79	82	101	102	92	78	97	78	90
1902	77	84	111	105	82	82	100	77	91
1901	90	104	128	87	99	68	123	76	98
1900	111	96	132	102	81	78	116	70	100
1899	76	83	89	67	83	51	83	58	75
1898	107	87	113	83	108	88	126	98	103
1897	130	96	104	97	98	87	139	103	108
1896	108	89	85	87	81	64	104	79	88
1895	154	102	111	109	111	93	140	94	116
1894	163	117	121	130	109	111	125	110	125
1893	114	106	90	97	78	92	93	88	96
1892		101		112	93	117	105	94	108
1891		100		115	94	115	111	109	112
1890		118		140		132	123	121	129

TABEL II,$_{II}$ fortsat (continued)

	Middelårringsbredde (%)								
	Afdeling								
År	434	236	389	359	393	316	338	241	Indeks
1889		102		102		67	65	81	85
1888		114		134		130	121	126	127
1887				114		96	88	94	97
1886				129		89	89	99	101
1885				131		128	122	117	124
1884						92	114	102	104
1883						133	114	93	114
1882						140	105	88	112
1881							70	52	71
1880							46		47
1879							109		110
1878							97		98

TABEL II,III

Gamle bevoksninger (Old stands)

BØG (Fagus silvatica), VALLØ III

	Middelårringsbredde (%)							
	Afdeling							
år	436	284	268	232	287	390	331	Indeks
1949	106	115	114	135	111	109	97	118
1948	72	103	60	89	70	79	58	80
1947	82	89	73	60	68	91	54	78
1946	124	134	106	124	122	121	73	121
1945	97	110	82	98	93	121	68	101
1944	97	119	67	99	82	106	67	96
1943	117	126	65	105	79	100	76	101
1942	84	104	73	90	60	88	53	83
1941	81	87	48	83	46	68	52	70
1940	64	89	42	67	49	57	49	63
1939	140	148	65	116	81	102	81	110
1938	123	140	67	106	90	99	76	105
1937	134	132	72	139	104	124	70	117
1936	156	129	69	164	108	114	68	122
1935	107	119	54	144	88	92	45	98
1934	57	85	32	93	65	66	35	65
1933	67	106	61	117	68	82	43	82
1932	108	135	87	123	86	105	77	109
1931	140	141	110	137	91	114	77	122
1930	119	133	105	126	86	109	65	112
1929	155	154	117	144	92	115	72	128
1928	151	156	107	172	109	121	71	133
1927	144	156	144	161	131	108	78	139
1926	78	116	76	97	74	65	31	81
1925	77	121	67	107	81	83	52	88
1924	131	143	129	132	107	114	74	125
1923	145	129	132	145	123	114	86	132
1922	127	114	129	140	90	98	66	115
1921	98	110	92	130	80	85	53	98
1920	141	116	131	108	88	91	70	112
1919	98	75	79	69	70	53	43	73
1918	72	57	44	52	58	49	28	54
1917	80	81	61	57	92	81	43	74
1916	87	61	67	64	72	71	45	70
1915	80	67	52	71	78	80	45	71
1914	133	117	85	80	104	101	71	104
1913	133	120	95	82	104	114	90	111
1912	131	132	139	80	113	130	101	124
1911	98	106	131	91	113	107	81	109
1910	74	71	90	70	79	81	43	76
1909	66	68	78	61	70	81	39	70
1908	103	112	117	80	115	120	96	112
1907	135	131	154	93	122	141	125	136
1906	116	105	122	94	107	122	94	114
1905	91	82	105	93	105	123	88	103
1904	121	86	86	98	119	126	93	110
1903	113	87	106	94	103	123	114	111
1902	109	78	117	87	93	108	91	103
1901	108	88	109	94	90	116	83	104
1900	80	61	59	83	51	66	44	67
1899	87	88	75	83	90	94	77	89
1898	112	91	133	100	105	110	96	112
1897	97	79	89	95	101	94	75	95
1896	94	101	107	91	104	111	80	104
1895	104	112	111	102	117	113	87	112
1894	88	121	103	92	108	92	72	102
1893	72	109	86	83	121	108	99	102
1892	87	108	119	99	148	131	120	122
1891	100	107	156	115	172	128	124	136
1890	103	88	112	102	135	101	71	107

TABEL II,$_{III}$ fortsat (continued)

	Middelårringsbredde (%)							
	Afdeling							
År	436	284	268	232	287	390	331	Indeks
1889	68	67	45	86	96	77	38	72
1888	88	98	82	104	111	83	63	95
1887	72	93	73	93	110	90	80	92
1886	89	109	76	89	135	108	92	105
1885	101	125	112	104	149	125	122	126
1884	96	119	80	105	152	128	111	119
1883	90	115	104	90	145	126	118	119
1882	103	115	146	77	142	131	134	128
1881	88	100	71	71	91	88	72	87
1880	96	88	99	91	80	95	113	100
1879	109	126	133	99	123	91	143	124
1878	106	114	104	106	138	99	121	119
1877	98	120	120	101	145	83	100	115
1876	88	105	85	106	128	99	93	106
1875	91	132	97	124	148	100	99	119
1874	84	105	85	112	132	107	100	109
1873	94	124	158	114	150	119	142	136
1872	98	112	134	112	139	108	130	125
1871	93	131	127	119	140	110	143	130
1870	83	128	93	117	118	79	85	106
1869	86	134	103	118	103	59	79	103
1868	80	88	91	104	110	71	106	98
1867	92	67	166	126	141	84	163	126
1866	73	52	128	108	106	82	124	101
1865	63	50	98	110	109	77	100	91
1864	71	78	169	116	131	91	128	118
1863	71	82	144	116	119	85	113	110
1862	82	70	184	115	131	84	139	121
1861	89	70	197	100	144	101	157	129
1860	87	62	190	79	132	82	110	112
1859	70	47	142	68	107	66	52	83
1858	77	58	126	78	101	72	33	82
1857	77	72	90	81	97	78	85	87
1856	86	56	81	74	77	76	96	82
1855	94	65	109	81	71	77	113	92
1854	89	71	110	89	86	93	107	97
1853	99	82	93	94	82	101	78	95
1852	90	77	93	88	81	99	100	95
1851	87	69	80	78	72	89	71	82
1850	95	84	102	89	72	102	95	96
1849	116	87	124	91	80	108	126	110
1848	103	81	105	84	72	91	94	95
1847	99	71	70	83	68	79	77	82
1846	108	98	71	92	87	86	84	94
1845	119	86	93	89	78	90	113	101
1844	118	83	68	92	73	88	81	91
1843	116	93	76	92	77	88	80	94
1842	145	106	98	113	82	105	102	113
1841	141	86	112	100	68	118	127	113
1840	136	101	96	120	69	120	117	114
1839	112		104	117	90	118	125	116
1838				100	92	99	105	102
1837				98	89	89	117	101
1836				95	76	99	109	98
1835				88	74	77	77	81
1834				111		89	111	104
1833				105		118	145	124
1832				92		114	100	103
1831						137	142	134
1830						134	164	143

TABEL II,$_{III}$ fortsat (continued)

	Middelårringsbredde (%)							
	Afdeling							
År	436	284	268	232	287	390	331	Indeks
1829						133	181	151
1828						134	177	150
1827						131	134	127
1826						117	103	106
1825						127	160	138
1824						112	168	135
1823						128	159	138
1822						136	164	144
1821						104	125	110
1820							149	131
1819							118	104
1818							115	101
1817							165	145
1816							128	113
1815							138	121
1814							155	136
1813							205	180
1812							193	170
1811							153	135
1810							156	137
1809							171	151
1808							171	151
1807							174	153
1806							141	124
1805							158	139

TABEL III

BØG (Fagus silvatica), NØDEBO.

	Middelårringsbredde (%)							
	Afdeling							
År	280	92	132	119	216	77	90	Indeks
1949	132	89	102	119	87	77	90	104
1948	97	63	73	78	61	46	47	69
1947	148	79	102	98	95	98	87	105
1946	192	97	124	106	109	120	114	128
1945	176	87	121	118	103	113	104	122
1944	154	107	131	146	103	102	100	126
1943	154	104	120	154	94	84	89	119
1942	121	114	95	106	69	89	76	100
1941	126	113	100	117	61	85	79	101
1940	121	96	101	89	46	61	67	87
1939	180	156	165	160	130	147	150	162
1938	152	142	144	151	106	131	144	144
1937	139	135	155	154	90	148	189	150
1936	147	121	177	131	78	119	193	144
1935	129	107	171	109	86	110	174	132
1934	130	98	145	86	49	75	140	108
1933	112	74	128	62	28	41	92	80
1932	128	89	121	110	89	88	129	112
1931	113	86	102	107	88	97	108	104
1930	110	70	105	106	91	99	101	102
1929	135	83	125	116	124	124	134	125
1928	118	72	111	105	116	108	112	110
1927	102	69	108	113	117	87	102	104
1926	82	57	81	84	61	40	51	68
1925	92	64	103	104	98	85	131	101
1924	99	66	101	121	109	109	142	111
1923	81	67	103	117	124	94	127	106
1922	90	82	96	109	99	82	111	100
1921	82	67	87	88	70	62	117	85
1920	94	70	96	88	94	74	122	95
1919	84	67	92	78	58	54	84	77
1918	74	79	81	73	41	36	50	65
1917	67	76	85	67	57	55	76	72
1916	68	89	84	71	28	39	34	62
1915	45	102	73	60	34	30	41	57
1914	57	85	71	77	76	77	95	80
1913	68	94	71	87	95	81	133	94
1912	69	111	78	102	106	82	130	101
1911	68	102	73	93	100	54	93	87
1910	67	88	74	78	67	44	95	76
1909	72	93	81	76	69	48	113	82
1908	76	93	83	84	108	79	140	99
1907	82	104	75	99	110	92	149	106
1906	65	99	68	100	113	70	121	95
1905	68	97	75	98	103	66	118	93
1904	62	96	87	102	103	70	141	98
1903	72	106	79	92	98	71	138	98
1902	64	100	78	84	86	78	130	92
1901	76	113	94	92	78	80	100	94
1900	56	95	81	74	53	45	52	68
1899	60	77	101	77	81	74	119	88
1898	84	101	90	83	77	70	98	90
1897	81	115	88	80	79	46	63	82
1896	76	99	95	80	99	83	116	97
1895	94	112	97	92	95	83	113	102
1894	105	112	101	97	76	79	92	99
1893	81	99	92	84	90	106	113	99
1892	131	125	114	120	109	131	134	129
1891	122	120	118	120	109	127	120	124
1890	143	145	114	131	89	82	73	116

TABEL III, fortsat (continued)

	Middelårringsbredde (%)							
	Afdeling							
År	280	92	132	119	216	77	90	Indeks
1889	75	95	84	95	69	90	80	88
1888	77	131	103	115	78	130	81	106
1887	75	121	98	110	90	147	137	116
1886		129	89	111	84	155	122	114
1885		117	88	119	97	185	132	122
1884		122	96	125	108	199	149	132
1883		128	94	124	102	191	135	128
1882		128	81	117	91	130	87	105
1881		117	77	115	101	113	58	96
1880		118	96	123	115	130	117	115
1879		138	115	134	117	155	141	132
1878		112	91	134	103	146	153	122
1877		104	74	115	89	134	128	106
1876		91	55	105	89	139	159	105
1875		146	109	131	114	153	149	132
1874		103	105	135	120	125	120	117
1873		120	109	128	100	117	103	112
1872		95	86	100	74	87	74	85
1871		100	105	121	89	92	75	96
1870		109	102	103	82	71	58	87
1869		100	108	112	80	39	32	78
1868		64	72	89	83	90	94	81
1867		112	99	103	107	127	104	107
1866		96	76	86	85	98	72	85
1865		86	62	98	90	113	107	92
1864			105	100	126	160	131	121
1863			113	105	129	159	127	123
1862			136	106	127	167	91	122
1861			140	107	154	169	83	127
1860			132	97	127	116	62	104
1859			97	76	94	60	28	69
1858			117	81	118	53	22	76
1857				78	130	73	88	103
1856				67	119	70	80	93
1855				60	132	79	70	95
1854				70	145	85	60	100
1853				82	156	69	49	99
1852				92	167	83	81	118
1851				78	140	66	40	90
1850				80	160	89	59	108
1849				81	159	95	79	115
1848				84	154	93	66	110
1847				89	123	87	67	102
1846				113	139	113	72	122
1845				103	113	95	65	105
1844				77	84	66	52	78
1843				72	85	81	43	78
1842				94	134	102	111	123
1841				95	138	92	116	123
1840				105	140	96	95	121
1839				101	139	121		129
1838				101	124	80		108
1837				96	110	85		103
1836				101	119	73		104
1835				96	97	93		102
1834				92	100	106		106
1833				82	110	115		109
1832				88	113	112		111
1831					124	162		142
1830					112	180		145

TABEL III, fortsat (continued)

	Middelårringsbredde (%)							
	Afdeling							
År	280	92	132	119	216	77	90	Indeks
1829					109	159		133
1828					110	121		114
1827					95	99		96
1826					73	94		83
1825					108	131		118
1824					109	111		109
1823					118	115		115
1822					118	91		103
1821						97		110
1820						101		115
1819						82		93
1818						99		113
1817						107		122
1816						96		109
1815						107		122
1814						93		106
1813						97		110
1812						112		127
1811						91		103
1810						118		134
1809						129		147
1808						109		124
1807						105		119
1806						88		100
1805						111		126
1804						138		157
1803						93		106
1802						121		138
1801						128		146
1800						117		133
1799						151		172
1798						161		183

TABEL IV

BØG (Fagus silvatica), BUDERUPHOLM.

	Middelårringsbredde (%)							
	Afdeling							
År	28	235	1	137	199	184	274	Indeks
1950	132	86	86	163	121	122	79	120
1949	80	82	82	126	75	83	63	90
1948	54	41	35	59	29	30	25	42
1947	125	64	95	128	91	69	52	95
1946	162	90	110	145	108	76	62	115
1945	156	110	83	163	112	116	72	124
1944	152	114	89	172	115	133	77	130
1943	167	87	102	158	121	124	69	126
1942	88	69	66	101	87	74	63	84
1941	81	70	42	80	63	57	46	67
1940	130	98	82	106	92	72	66	99
1939	267	130	133	169	171	125	95	166
1938	220	74	107	141	182	102	74	138
1937	211	68	149	135	162	111	79	140
1936	199	86	143	144	136	102	84	137
1935	106	88	97	147	126	94	79	113
1934	120	95	102	142	158	81	91	120
1933	101	58	74	61	55	36	62	68
1932	148	89	193	130	146	72	90	133
1931	115	74	174	109	115	60	86	112
1930	104	67	135	90	93	63	79	96
1929	116	109	203	120	120	89	89	129
1928	101	87	171	108	95	79	85	111
1927	107	50	163	110	52	66	82	96
1926	70	36	78	50	28	30	42	51
1925	89	88	100	78	90	77	67	90
1924	88	79	108	77	83	86	65	89
1923	97	103	92	100	106	100	62	101
1922	95	89	70	94	82	83	55	87
1921	63	74	62	98	87	65	65	78
1920	92	107	98	110	101	88	68	101
1919	99	81	122	111	81	82	92	102
1918	111	70	126	135	58	103	91	106
1917	102	74	108	111	85	74	78	97
1916	65	37	50	38	20	36	41	44
1915	55	45	33	43	32	51	40	46
1914	102	84	103	118	97	91	84	104
1913	108	101	138	126	126	112	108	125
1912	112	125	145	120	123	125	92	129
1911	123	106	132	125	97	95	71	114
1910	122	69	116	76	55	57	60	85
1909	93	65	85	46	50	52	49	67
1908	97	86	124	86	86	71	83	97
1907	91	79	114	90	91	88	81	97
1906	97	86	108	96	90	93	89	101
1905	96	109	110	111	95	105	113	113
1904	82	104	122	109	97	115	111	113
1903	95	94	128	100	90	94	99	107
1902	87	82	114	90	83	78	78	93
1901	87	68	113	64	56	40	72	76
1900	47	60	80	45	38	37	60	56
1899	90	107	128	103	102	101	101	112
1898	92	92	96	84	69	67	67	87
1897	91	105	52	56	53	52	66	73
1896	103	138	131	90	109	112	113	122
1895	99	115	86	75	76	77	86	94
1894	102	123	85	66	63	92	106	97
1893	101	125	97	97	77	92	120	108
1892	100	145	152	111	95	130	146	134
1891	99	126	139	103	97	118	137	125
1890	117	102	94	64	59	72	87	91

TABEL IV, fortsat (continued)

	Middelårringsbredde (%)							
	Afdeling							In-
År	28	235	1	137	199	184	274	deks
1889	70	104	63	84	59	54	75	78
1888	76	105	64	59	49	58	71	74
1887	79	115	77	110	111	90	125	108
1886	88	127	112	99	105	98	136	117
1885	85	132	119	115	115	137	180	135
1884	86	155	131	127	139	122	170	142
1883	85	125	105	88	111	110	162	120
1882	94	116	108	38	92	105	138	106
1881	84	112	130	97	77	85	115	107
1880	70	147	150	125	139	119	173	141
1879	110	142	170	108	157	109	154	145
1878	76	146	117	89	109	84	125	114
1877	64	116	55	61	69	74	94	81
1876	32	123	70	92	115	112	149	106
1875	110	188	133	130	226	189	229	184
1874	109	143	102	136	198	143	215	160
1873	88	90	79	73	110	73	129	98
1872	69	104	105	85	107	107	133	108
1871	76	101	85	91	75	110	127	102
1870	78	123	65	73	53	77	114	89
1869	52	84	38	35	22	43	56	50
1868	80	116	77	102	91	101	113	104
1867	104	134	101	119	110	103	116	120
1866	94	110	107	119	107	98	129	117
1865	76	114	92	118	101	106	140	114
1864	81	141	195	140	173	152	158	159
1863	75	131	165	107	177	109	127	136
1862	89	111	165	83	156	119	96	125
1861	82	112	160	100	130	112	103	122
1860	83	115	85	85	84	78	66	91
1859	54	103	81	81	90	58	72	82
1858		127	75	72	84	62	79	85
1857		116	100	92	124	99	140	114
1856		85	84	76	99	92	115	93
1855		100	103	94	104	106	125	107
1854		113	112	109	107	119	141	119
1853		88	63	79	96	79	104	86
1852		97	81	73	129	98	146	106
1851		87	54	63	104	78	99	82
1850		104	82	74	118	95	135	103
1849		115	115	108	145	123	174	132
1848		99	84	66	104	92	120	96
1847		84	72	64	92	88	94	84
1846		74	101	97	79	110	121	99
1845		52	93	73	76	77	113	82
1844		39	77	68	56	61	91	67
1843		40	78	68	78	66	79	70
1842		102	139	88	136	107	128	119
1841		92	120	85	109	82	106	101
1840		83	117	81	85	78	86	90
1839		89	104	113	101	124	128	112
1838		99	59	82	98	125	101	96
1837		109	58	98	106	114	132	105
1836		109	60	101	90	105	116	99
1835		121	58	90	109	113	108	102
1834		157	95	118	135	137	167	137
1833		176	110	94	117	134	120	128
1832		140	69	76	76	73	60	84
1831		151	102	86	94	117	106	111
1830		99	112	87	100	123	96	105

TABEL IV, fortsat (continued)

	Middelårringsbredde (%)							
	Afdeling							In-
År	28	235	1	137	199	184	274	deks
1829		105	94	111	120	167	136	124
1828		98	78	104	119	149	107	111
1827			60	93	118	123	53	89
1826			49	87	109	116	93	91
1825			84	110	104	136	106	108
1824			57	111	106	119	83	95
1823			76	119	126	145	65	106
1822			54	134	120	122	107	107
1821			57	101	104	125	125	102
1820			53	112	101	96	98	92
1819				125	102	99	89	94
1818				127	120	142	115	114
1817				126	113	133	104	107
1816				109	105	102	89	91
1815				108	100	95	68	84
1814				112	116	103	65	89
1813				126	120	120	99	105
1812				126	145	115	65	102
1811				126	139	120	96	108
1810				142	128	105	84	104
1809				134	111	86	71	91
1808				110	121	106	86	95
1807					88	117	97	92
1806					82	110	85	84
1805					76	130	84	88
1804					78	140	62	85
1803					64	111	103	85
1802					44	97	81	68
1801					66	113	93	83
1800					79	90	96	81
1799					122	87	118	100
1798					120	130	160	125
1797					90	130	128	106
1796					92	146	100	103
1795					92	102	48	74
1794						108	95	100
1793						162	132	145
1792						164	118	139
1791						178	135	154
1790						178	134	154
1789						138	98	116
1788						131	76	102
1787						102	90	94
1786						116	90	101
1785						107	109	106
1784							100	98
1783							73	71
1782							52	51
1781							53	52
1780							85	83
1779							120	117
1778							150	146
1777							117	114
1776							105	102
1775							120	117
1774							144	140
1773							126	123
1772							111	108
1771							115	112
1770							143	139
1769							136	133

TABEL V

BØG (Fagus silvatica), PAMHULE.

	Middelårringsbredde (%)						
	Afdeling						
År	176	212	193	196	173	171	Indeks
1949	125	108	132	73	77	55	97
1948	60	65	78	43	45	24	54
1947	86	121	73	68	95	78	89
1946	122	131	122	86	109	107	116
1945	129	100	129	77	98	94	107
1944	141	146	170	104	105	108	132
1943	143	119	130	65	83	87	107
1942	147	121	93	57	57	64	92
1941	140	102	97	79	75	70	96
1940	122	101	57	59	62	63	79
1939	177	143	130	114	114	125	137
1938	161	130	126	108	112	108	127
1937	181	176	159	127	141	130	156
1936	179	148	144	85	133	94	134
1935	129	105	105	54	100	70	96
1934	117	85	89	47	74	53	80
1933	94	56	52	40	48	33	55
1932	133	154	152	114	136	112	137
1931	119	120	136	94	110	105	117
1930	97	105	102	80	98	74	95
1929	106	126	112	101	117	104	114
1928	87	121	98	97	110	105	106
1927	119	137	103	106	141	98	120
1926	115	104	80	86	92	67	93
1925	106	127	103	115	112	105	114
1924	82	104	101	101	94	86	97
1923	87	101	121	102	102	74	100
1922	78	84	96	99	79	75	87
1921	79	96	69	72	88	75	82
1920	108	122	103	81	106	102	106
1919	98	77	67	59	70	57	73
1918	101	57	33	47	62	47	59
1917	102	87	73	73	106	84	90
1916	100	85	65	76	91	85	86
1915	102	77	70	87	85	77	85
1914	107	102	92	99	128	111	109
1913	101	88	97	78	91	105	96
1912	106	111	110	90	105	137	113
1911	105	104	88	76	95	115	100
1910	96	68	72	59	73	94	79
1909	97	63	76	63	61	74	74
1908	103	101	109	108	108	132	113
1907	90	111	114	112	105	136	114
1906	83	104	116	100	99	122	107
1905	94	115	118	105	111	126	114
1904	94	126	120	118	115	147	123
1903	86	106	107	98	99	121	105
1902	73	75	90	75	81	93	83
1901	85	70	85	85	86	76	83
1900	88	66	67	71	67	59	72
1899	78	108	84	103	105	121	102
1898	88	94	94	106	85	133	103
1897	85	74	90	97	70	87	86
1896	79	86	87	113	98	109	98
1895	76	79	91	95	84	115	92
1894	79	54	70	76	65	95	75
1893	84	71	90	103	97	118	96
1892	102	95	97	133	122	135	117
1891	95	95	93	115	81	106	100
1890	91	76	76	73	57	102	81

TABEL V, fortsat (continued)

År	Middelårringsbredde (%) Afdeling 176	212	193	196	173	171	Indeks
1889	70	61	70	64	63	76	69
1888	86	60	91	71	67	93	80
1887	77	82	118	92	91	119	99
1886	86	100	122	93	89	155	110
1885	85	99	116	109	99	161	114
1884	94	116	115	107	112	174	123
1883	83	113	95	87	87	166	108
1882	82	98	101	76	89	164	104
1881	77	68	94	76	84	123	89
1880	94	93	104	105	109	153	112
1879	100	112	110	104	111	181	123
1878	101	110	101	111	110	184	122
1877	113	95	106	102	98	162	116
1876	84	80	112	98	99	128	103
1875	100	120	127	134	104	169	129
1874	100	109	124	129	110	164	126
1873	105	81	129	108	116	162	120
1872	84	62	118	87	122	136	104
1871	91	73	145	76	112	147	110
1870	104	74	131	62	81	105	95
1869	118	53	110	54	74	69	82
1868	103	81	111	90	102	103	101
1867	83	70	140	86	91	133	103
1866	85	60	109	64	93	85	85
1865	58	77	105	95	107	81	89
1864	62	100	120	102	114	113	104
1863	72	101	117	115	90	115	104
1862	97	107	140	124	112	139	123
1861	102	110	133	124	135	162	131
1860	103	89	130	93	110	128	112
1859	85	67	81	71	75	68	76
1858	88	76	58	70	70	81	76
1857	93	92	73	130	108	117	105
1856	98	92	80	126	102	120	106
1855		95	106	143	121	130	121
1854		120	117	163	135	123	134
1853		113	108	164	126	115	127
1852		110	107	157	133	109	125
1851		91	91	121	101	92	101
1850		115	98	135	115	128	120
1849		134	113	130	110	154	130
1848		123	101	134	111	149	125
1847		130	82	131	108	132	118
1846		134	90	149	121	49	110
1845		127	90	154	104	44	105
1844		109	77	147	95	35	94
1843		135	95	144	114	48	109
1842		144	98	175	136	61	125
1841		115	101	171	121	53	114
1840		131	101	182	118	55	119
1839		103	78	201	117	63	114
1838		70	85	169	92	50	95
1837		109	96	195	105	72	117
1836		83	80	113	86	63	86
1835		77	77	86	91	56	79
1834		168	78	121	123	74	115
1833			71	104	97	72	100
1832			70	76	78	40	76
1831			74	86	123	43	95
1830			95	89	123	59	106

TABEL V, fortsat (continued)

År	Middelårringsbredde (%) Afdeling 176	212	193	196	173	171	Indeks
1829			112	102	123	75	119
1828			102	91	123	83	116
1827			85	97	107	75	105
1826			82	91	97	50	93
1825			88	89	86	48	90
1824			94	100	103		102
1823			102	106	113		110
1822			96	104	132		114
1821			98	87	139		111
1820			106	72	122		103
1819			103	84			108
1818			124	80			118
1817			112	95			120
1816			77				82
1815			101				108

TABEL VI

EG (Quercus robur), VALLØ.

	Middelårringsbredde (%)									
	Afdeling									
År	337	308	366	359	357	432	393	264	460	Indeks
1949						138		94	81	108
1948	110	102	115	80	89	124	86	86	79	100
1947	102	118	133	112	126	104	101	103	90	113
1946	134	107	123	120	153	129	115	120	104	126
1945	146	99	127	123	169	135	106	142	109	132
1944	130	114	121	98	129	105	92	116	88	114
1943	132	100	130	95	124	109	101	118	73	112
1942	117	89	88	67	94	106	112	108	63	97
1941	90	109	89	81	120	87	91	94	72	95
1940	116	111	88	94	136	105	103	103	78	107
1939	163	150	135	108	167	154	113	140	101	141
1938	110	112	102	104	149	121	85	117	87	113
1937	89	141	108	97	137	97	84	123	92	111
1936	100	126	103	96	114	95	75	105	97	104
1935	97	130	121	111	131	109	77	106	92	111
1934	88	107	100	54	52	64	57	94	52	76
1933	112	135	90	64	66	88	82	105	79	94
1932	94	117	96	75	80	90	87	109	84	95
1931	109	109	112	115	121	104	93	129	102	114
1930	126	130	104	106	108	97	61	108	85	106
1929	89	68	85	88	86	86	68	99	81	86
1928	67	47	83	86	93	93	86	122	88	88
1927	94	70	100	104	115	110	108	139	110	109
1926	103	93	91	80	78	89	95	109	91	95
1925	71	110	84	79	77	92	72	108	79	88
1924	86	94	83	94	94	107	92	120	95	99
1923	71	58	78	81	79	84	72	85	75	73
1922	92	95	105	91	85	102	107	99	91	99
1921	77	90	98	83	74	98	86	97	88	91
1920	87	76	97	88	87	113	111	101	99	98
1919	84	72	92	83	88	89	94	89	101	91
1918	85	102	110	115	83	136	108	111	124	111
1917	62	75	83	113	85	71	98	95	93	89
1916	67	56	66	53	47	39	52	63	45	56
1915		88	101	78	65	77	84	121	67	90
1914			92	91	60	70	83	94	76	86
1913			102	117	69	93	103	103	94	104
1912			101	108	67	75	90	101	82	95
1911			116	117	80	95	97	106	93	107
1910			113	129	87	110	101	108	107	115
1909			101	101	71	88	71	72	75	88
1908			86	109	75	87	81	83	91	93
1907			74	80	52	70	60	62	71	71
1906			89	81	63	74	87	72	95	85
1905			89	94	72	73	76	85	94	89
1904			94	98	92	96	110	112	119	110
1903			96	92	91	99	115	109	116	109
1902			85	81	67	78	79	106	106	92
1901			96	73	82	78	97	111	111	99
1900			119	110	103	104	106	125	123	120
1899			85	73	71	71	83	97	92	87
1898			99	72	78	68	80	90	112	91
1897			110	116	94	93	103	136	133	119
1896			102	108	98	87	90	111	103	106
1895			95	89	70	85	89	101	137	101
1894			115	147	115	99	124	117	147	132
1893				149	112	89	134	114	127	127
1892				153	116	115	155	128	134	141
1891				115	97	109	143	138	139	130
1890				133	126	117	125	126	130	133

TABEL VI, fortsat (continued)

	Middelårringsbredde (%)									
	Afdeling									
År	337	308	366	359	357	432	393	264	460	Indeks
1889				87	76	74	79	78	101	87
1888				96	71	80	77	71	113	89
1887				104	83	87	92	82	102	96
1886				147	113	103	118	95	125	123
1885				129	94	89	110	100	123	113
1884				92	86	75	98	76	126	97
1883				103	98	90	114	93	131	110
1882				114	133	121	132	106	144	132
1881				101	101	81	91	84	126	103
1880				103	91	84	88	87	162	108
1879				85	102	108	107	104	174	119
1878				104	113	120	94	103	172	124
1877				110	129	138	107	118	159	134
1876				97	149	103	88	88	112	112
1875				129	185	124	134	108	111	139
1874				111	144	81	103	90	100	110
1873				80	116	85	111	65	108	99
1872				79	130	88	117	90	120	109
1871				137	149	118	122	103	118	131
1870				140	130	103	111	100	110	122
1869					107	96	137	82	106	116
1868					91	79	103	80	100	100
1867						128	134	112	103	131
1866						154	115	93	91	125
1865						149	162	97	108	142
1864						149	142	105	93	134
1863						99	66	77	54	81
1862						147	84	111	81	116
1861						155	150	129	115	151
1860						139	139	102	96	131
1859						64	69	68	54	70
1858						119	127	108	71	117
1857							143	114	98	136
1856								94	63	100
1855								60	46	68
1854								101	88	121
1853								114	126	153
1852								88	111	127
1851								43	52	61
1850								101	102	130
1849								97	119	138
1848								81	92	110
1847								44	50	60
1846								95	110	131
1845								87	107	124
1844								79	85	105
1843								112		149
1842								107		142
1841								86		114
1840								107		142

TABEL VII

ASK (Fraxinus excelsior), VALLØ.

	Middelårringsbredde (%)							
	Afdeling							
År	383	292	427	420	284	422	436	Indeks
1949	123	81	112	95	98	146	107	110
1948	104	69	87	67	65	130	102	90
1947	116	70	104	81	69	149	82	97
1946	120	86	126	137	103	176	106	123
1945	104	102	107	116	75	164	93	110
1944	86	75	89	97	70	116	71	87
1943	86	74	89	89	57	94	66	80
1942	79	109	103	91	66	120	73	92
1941	67	93	82	83	67	115	69	83
1940	73	77	88	93	74	117	62	84
1939	83	91	79	99	80	134	71	92
1938	84	122	91	120	100	131	92	107
1937	80	127	91	106	111	128	95	106
1936	101	107	70	106	96	116	86	98
1935	106	96	90	112	127	127	93	108
1934	95	78	71	85	111	86	88	89
1933	105	100	83	113	128	99	108	106
1932	100	105	85	83	115	116	96	101
1931	118	112	100	89	121	112	104	109
1930	104	100	102	58	102	99	89	94
1929	101	97	114	59	118	105	93	99
1928	101	104	118	80	113	109	92	103
1927	122	121	137	86	148	121	96	120
1926	114	91	131	66	120	102	80	102
1925	93	104	122	67	117	103	98	101
1924	109	107	145	73	134	113	92	111
1923	111	91	130	98	115	100	73	104
1922	98	99	128	107	115	100	75	104
1921	117	109	139	112	99	90	79	107
1920		113	132	144	100	93	75	112
1919		100	93	116	82	79	63	91
1918		110	103	138	98	82	92	107
1917		115	90	161	94	76	80	105
1916		109	93	150	101	81	77	105
1915		125	87	128	85	74	76	98
1914		129	107	152	103	82	101	115
1913		102	115	135	98	81	107	109
1912			140	128	115	100	123	123
1911			147	136	126	87	109	123
1910			104	106	99	69	87	95
1909			89	80	101	65	80	84
1908			106	97	117	66	93	97
1907			94	97	99	58	88	89
1906			85	76	69	61	80	76
1905			81	74	79	67	83	78
1904			83	79	80	71	91	82
1903			79	90	92	82	106	91
1902			74	87	98	81	99	89
1901			88	88	110	103	120	104
1900			92	110	125	101	111	110
1899			98	90	102	83	113	99
1898			101	106	120	81	137	111
1897			87	89	117	87	124	103
1896			91	100	108	95	119	104
1895			74	88	106	94	125	99
1894			93	81	90	100	119	98
1893			86	103	72	92	111	94
1892			91	103		103	121	101
1891			96			95	124	76
1890			88			115	119	78
1889						85	82	55
1888						104	106	70
1887						89	100	63

TABEL VIII

RØDEL (Alnus glutinosa), VALLØ.

År	Middelårringsbredde (%) Afdeling 436	422	Dy.	427	293	Dy.	Indeks
1949	98	117	161	111	74	153	117
1948	78	62	91	74	60	95	75
1947	33	62	100	30	97	122	73
1946	43	87	130	38	123	130	90
1945	59	82	175	53	132	118	101
1944	47	63	97	65	87	111	77
1943	80	102	96	107	73	110	93
1942	29	70	89	60	45	49	56
1941	39	43	78	65	48	60	54
1940	46	29	98	45	49	65	54
1939	112	93	111	122	95	119	107
1938	119	85	117	106	77	117	102
1937	133	115	124	110	71	156	116
1936	163	142	145	151	141	166	148
1935	157	143	125	129	117	133	131
1934	140	77	80	88	91	114	96
1933	153	113	93	115	121	113	116
1932	99	109	72	94	111	108	97
1931	126	101	105	90	131	125	111
1930	64	52	80	37	93	96	69
1929	82	117	74	76	106	85	88
1928	113	114	66	101	136	125	107
1927	161	120	112	127	123	177	134
1926	146	104	76	98	101	103	103
1925	126	79	59	75	79	88	83
1924	134	128	71	146	113	96	113
1923	89	127	66	105	79	71	88
1922	87	150	98	107	106	124	110
1921	137	165	101	132	100	120	123
1920	114	170	93	148	102	70	114
1919	81	144	98	127	94	89	103
1918	107	146	124	132	84	102	114
1917	112	128	97	133	80	124	110
1916	91	121	120	123	93	113	108
1915	130	170	137	150	121	118	135
1914	113	113	107	102	91	84	100
1913	157	167	125	155	104	111	134
1912	123	138	125	111	98	125	118
1911	111	145	109	132	99	117	117
1910	121	120	133	112	112	148	122
1909	82	104	106	85	76	139	97
1908	89	75	108	94	58	142	93
1907	72	102	126	122	63	186	110
1906	40	84	91	97	50	184	89
1905	80	109	90	120	61	161	102
1904	86	99	93	109	57	141	96
1903	83	99	87	89	51	103	84
1902	76	83	72	70	34	81	68
1901	84	70	90	69	51	91	74
1900	112	103	85	61	55	73	80
1899	77	85	62	60	65	79	70
1898	62	84	67	76	69	87	73
1897	115	137	76	94	79	76	94
1896	125	97	74	69	82	128	94
1895	118	116	88	112	103	125	108
1894	121	125	90	135	125	138	120
1893	106	103	87	89	107	132	102
1892	111	76	102	136	97	143	109
1891	104	76	94	114	120	171	111
1890	121	79	100	135	97	120	107

TABEL VIII, fortsat (continued)

År	Middelårringsbredde (%) Afdeling 436	422	Dy.	427	293	Dy.	Indeks
1889	94	55	62	86	99	114	83
1888	89	55	88	107	117	116	94
1887		44	77	92	132	124	91
1886		53	87	103	137	102	93
1885		61	86	95	141	78	89
1884		57	87	81	118	32	73
1883		56	81	76	146	56	80
1882			115	123	142	81	103
1881			116	93	146	101	102
1880			128	94	98	114	97
1879			143	132	145	120	121
1878			154	122	108	93	107
1877			130	109	151	108	111
1876				102	94	97	89
1875				101	156	138	120
1874				87	114	149	106
1873				92	133	122	105
1872				87	126	108	97
1871					126	86	88
1870					134	79	89

TABEL IX

RØDGRAN (Picea abies), VALLØ.

	Middelårringsbredde (%)										
	Afdeling										
År	396	223	466	313	416	444	368	245	242	241	Indeks
1949								102			100
1948	119	92	130	101	100	96	100	110	123	91	108
1947	101	89	110	106	99	73	95	119	123	101	103
1946	143	115	176	173	190	120	152	182	185	135	160
1945	124	91	145	140	165	120	144	179	171	102	141
1944	80	53	79	60	69	54	71	89	84	51	70
1943	87	64	69	76	121	96	93	105	91	54	87
1942	100	87	67	68	66	73	83	71	55	44	73
1941	94	89	88	83	119	84	104	96	75	60	91
1940	105	116	88	87	128	103	104	83	78	70	98
1939	81	102	55	74	120	91	109	82	84	86	90
1938	78	95	67	70	80	71	87	80	88	91	82
1937	88	105	92	78	67	89	74	88	102	82	88
1936	120	120	116	99	80	106	69	102	120	84	103
1935	97	98	111	100	45	84	45	56	95	64	81
1934	78	77	83	62	35	29	34	43	77	58	59
1933	111	122	106	110	89	75	89	102	118	75	102
1932	103	126	105	105	90	95	93	112	139	86	107
1931	91	123	121	124	114	125	116	134	177	97	124
1930		136	114	139	135	142	119	133	147	103	128
1929			78	111	112	129	110	127	123	90	110
1928				93	90	104	92	128	138	91	100
1927				141	102	152	106	136	114	88	115
1926					90	133	95	106	83	73	95
1925					50	51	48	59	66	64	56
1924					103	124	123	127	90	83	107
1923					102	121	115	112	95	86	104
1922					117	126	112	96	92	90	104
1921					81	80	75	72	81	88	78
1920					115	118	125	124	99	97	111
1919					115	120	123	100	88	84	103
1918					118	120	141	87	72	85	102
1917					83	80	101	70	73	94	82
1916					110	116	138	109	107	103	112
1915							141	102	100	101	109
1914							109	86	87	107	95
1913							97	68	86	129	93
1912							108	96	99	141	109
1911							110	112	110	138	115
1910							110	112	107	139	115
1909							79	97	83	146	99
1908							73	87	83	154	97
1907							95	101	109	178	119
1906							93	91	113	151	110
1905								90	106	138	103
1904								66	75	133	85
1903								79	80	141	93
1902								92	81	125	92
1901									82	136	98
1900									91	118	94
1899									55	81	61
1898										86	65
1897										108	81

TABEL X

RØDGRAN (Pices abies), NØDEBO.

	Middelårringsbredde (%)								
	Afdeling								
År	55	79	228	207	384	196	209	173	Indeks
1949	162	113	96	80	133	102	111	76	107
1948	117	89	94	68	112	108	79	53	88
1947	96	99	110	88	130	124	100	73	100
1946	172	142	150	139	206	174	170	124	156
1945	158	145	119	123	141	121	149	102	129
1944	118	87	63	85	115	75	67	62	82
1943	123	107	64	101	95	77	71	59	85
1942	88	95	50	83	72	62	52	49	67
1941	83	80	57	100	66	83	62	71	73
1940	77	63	72	126	108	117	74	86	88
1939	72	64	94	159	143	134	91	126	108
1938	94	81	96	147	134	117	84	113	106
1937	87	107	97	112	135	87	61	101	96
1936	87	120	96	101	135	99	82	99	100
1935	87	109	85	80	119	86	79	79	88
1934	76	95	93	100	94	94	103	75	89
1933	69	91	98	91	81	87	77	65	80
1932	69	105	143	146	127	108	102	100	110
1931	82	107	130	130	127	114	83	112	108
1930	92	107	120	115	134	131	104	99	110
1929	88	98	124	116	128	126	98	94	106
1928	91	88	103	103	94	97	94	78	91
1927	97	94	82	90	75	96	94	72	85
1926	111	113	81	80	72	90	84	69	85
1925	104	101	74	66	55	79	71	62	75
1924			74	87	65	72	82	80	84
1923			78	94	93	113	105	103	107
1922			98	97	92	120	112	112	116
1921			93	103	92	119	93	101	110
1920			118	108	131	123	95	113	126
1919			124	108	126	121	101	115	128
1918			93	86	87	87	80	71	93
1917			87	79	84	91	79	65	89
1916			114	101	94	116	113	78	113
1915			78	77	60	80	88	44	78
1914			81	95	63	81	85	47	83
1913			90	97	78	99	109	67	99
1912			107	110	75	100	129	89	112
1911			100	104	66	104	124	96	109
1910			113	107	72	92	142	90	113
1909			118	96	72	94	122	88	108
1908			115	96	78	91	119	78	106
1907			110	89	82	89	117	80	104
1906			101	70	65	82	107	74	92
1905			95	77	80	84	118	75	97
1904			90	66	83	73	94	70	87
1903			98	92	103	103	121	101	113
1902			108	104	89	94	112	90	110
1901			132	115	92	99	104	80	114
1900			108	82	75	89	103	73	97
1899			88	69	72	80	84	69	85
1898			140	121	100	114	123	94	127
1897			151	93	79	92	109	80	111
1896			107	92	74	92	96	79	99
1895				137	95	110	123	96	128

TABEL X, fortsat (continued)

	Middelårringsbredde (%)								
	Afdeling								
År	55	79	228	207	384	196	209	173	Indeks
1894				118	90	99	133	103	124
1893				92	93	86	112	88	108
1892				127	126	115	145	129	147
1891				129	134	103	106	90	129
1890				118	123	93	111	90	122
1889				77	99	80	84	79	96
1888				101	130	98	96	85	117
1887				76	97	78	80	78	94
1886				81	102	91	103	83	105
1885					94	80	83	77	93
1884					110	105	106	121	123
1883					135	117	114	138	140
1882					144	139	129	162	159
1881					106	122	116	137	134
1880					81	104	110	137	120
1879					92	114	113	162	134
1878					94	103	86	180	129
1877					108	94	68	151	117
1876					94	84	74	115	102
1875						103		142	125
1874								123	109
1873								157	139
1872								157	139
1871								152	134
1870								115	102
1869								95	84
1868								90	80
1867								178	157
1866								161	142
1865								126	111
1864								186	164
1863								153	135
1862								163	144

TABEL XI

RØDGRAN (Picea abies), BUDERUPHOLM.

	Middelårringsbredde (%)							
	Afdeling							
År	95	280	160	345	72	276	278	Indeks
1950	77	127	82	100	97	126	117	105
1949	79	107	76	84	86	116	109	95
1948	82	97	79	93	59	106	110	90
1947	99	109	93	101	95	116	104	103
1946	152	167	137	135	139	169	135	149
1945	136	149	102	119	150	143	114	132
1944	112	118	72	95	123	105	89	103
1943	106	132	78	97	112	111	80	103
1942	79	96	55	71	84	78	66	76
1941	88	99	96	88	99	118	85	97
1940	82	87	99	78	126	131	80	99
1939	115	124	113	102	128	148	123	123
1938	90	121	86	91	89	116	89	98
1937	127	150	87	99	102	108	100	112
1936	104	166	85	95	111	120	114	115
1935	97	145	91	107	85	106	140	111
1934	72	109	98	111	60	127	123	101
1933	130	120	112	117	96	152	141	125
1932	154	134	111	113	133	148	152	136
1931	141	114	124	108	152	110	141	128
1930	130	113	142	122	151	109	115	127
1929	119	110	131	128	140	105	102	120
1928	100	95	103	110	122	87	82	101
1927	115	69	84	72	96	73	64	83
1926	124	74	84	90	92	84	64	88
1925	91	63	76	91	61	82	52	74
1924	125	72	71	95	67	64	54	79
1923	98	70	86	96	80	78	66	83
1922	94	78	97	101	74	83	70	86
1921	43	64	86	92	35	74	58	65
1920	88	89	113	110	105	99	73	98
1919	73	76	104	99	95	102	78	91
1918	104	108	133	123	129	103	86	113
1917	92	100	107	109	93	82	69	94
1916	105	102	119	111	102	83	79	101
1915	74	71	95	88	38	65	61	71
1914	55	57	97	87	63	85	60	73
1913	72	79	104	94	84	104	75	88
1912	106	90	109	100	124	107	72	102
1911	93	79	98	94	100	118	65	93
1910	112	99	121	122	126	128	75	113
1909	100	102	107	122	115	115	78	107
1908	71	90	99	111	82	103	74	91
1907	93	96	98	105	101	89	84	96
1906	101	103	101	108	74	111	90	99
1905		89	108	106	86	105	93	99
1904		66	97	90	69	85	83	83
1903		79	114	105	91	86	98	97
1902		86	100	86	84	76	93	89
1901		88	102	95	95	84	83	93
1900		105	125	98	118	92	96	107
1899		67	94	67	56	69	86	74
1898			122	82	126	80	110	104
1897			98	76	92	71	103	88
1896			99	88	109	85	124	101
1895				109	121	85	134	111

TABEL XI, fortsat (continued)

	Middelårringsbredde (%)							
	Afdeling							
År	95	280	160	345	72	276	278	Indeks
1894				114	144	82	139	119
1893					78	80	132	94
1892					131	105	159	129
1891					125	94	135	115
1890						103	139	122
1889						90	123	107
1888						100	123	112
1887						61	89	76
1886						95	117	107
1885						86	83	85
1884						87	119	104
1883						99	119	110
1882						110	170	141
1881						103	105	105
1880							116	116
1879							145	145
1878							124	124
1877							122	122
1876							74	74
1875							108	108
1874							98	98

TABEL XII

RØDGRAN (Picea abies), LINDENBORG

	Middelårringsbredde (%)						
	Afdeling						
År	680	35	273	263	285	326	Indeks
1950	61	98	103	113	107	111	98
1949	77	92	78	102	117	89	92
1948	78	98	71	83	90	75	82
1947	111	96	94	91	113	113	103
1946	174	140	132	129	154	160	148
1945	152	139	120	120	159	128	136
1944	117	85	80	86	97	58	87
1943	115	68	95	79	114	61	88
1942	77	64	86	59	99	79	77
1941	100	81	91	74	91	108	90
1940	69	68	95	71	95	65	77
1939	118	88	150	100	149	102	117
1938	90	86	123	94	150	116	109
1937	106	95	135	106	144	127	118
1936	107	91	111	101	133	131	112
1935	105	101	86	94	114	113	102
1934	98	116	89	93	132	110	106
1933	130	103	120	97	151	109	118
1932	144	107	131	100	191	125	132
1931	138	108	131	90	152	152	128
1930	142	111	118	85	129	127	118
1929	117	122	114	80	124	131	114
1928	91	113	114	79	112	139	108
1927	78	98	74	68	74	112	84
1926	86	100	73	78	74	94	84
1925	65	89	69	60	72	82	72
1924	86	80	70	57	56	51	66
1923	80	87	76	70	83	68	77
1922	88	94	80	75	88	66	81
1921	65	67	74	57	62	60	64
1920	110	95	126	94	86	83	99
1919	95	100	132	88	78	90	97
1918	121	115	157	115	112	138	126
1917	94	89	108	91	95	118	99
1916	97	107	92	87	102	128	102
1915	85	85	74	66	63	108	80
1914	68	78	77	82	86	92	80
1913	79	93	110	114	117	115	104
1912	111	106	112	132	129	116	117
1911	95	77	96	109	94	97	94
1910	109	115	117	144	104	114	117
1909	99	110	106	136	101	115	111
1908	95	92	80	107	84	89	91
1907	100	88	83	109	86	90	92
1906	90	92	87	126	94	108	99
1905	94	95	94	139	106	117	107
1904	79	75	85	123	97	90	91
1903	98	97	89	150	97	100	105
1902	96	88	84	103	87	83	90
1901	83	91	91	123	82	91	93
1900	120	116	118	146	100	100	116
1899	92	86	82	101	66	80	84
1898	125	120	128	149	96	102	119
1897		101	100	109	78	89	96
1896		124	98	110	82	92	102
1895		114	91	113	80	100	100
1894		124	103	136	94	90	110
1893		112	70	96	66	75	84
1892		147	102	98	100	114	113
1891		141	101	98	89	91	104
1890		130	130	115	83	91	110
1889		112	94		61	87	90
1888					94	91	113
1887					62	67	78
1886					74	87	98
1885					81		107
1884					68		90

TABEL XIII

RØDGRAN (Picea abies), PAMHULE.

År	Middelårringsbredde (%) Afdeling 184	175	195	172	190	155	198	Indeks
1949	90	114	78	102	70	84	49	84
1948	102	107	91	101	89	67	54	87
1947	108	97	104	110	125	86	65	99
1946	139	129	183	176	144	163	87	146
1945	155	127	192	172	152	162	82	149
1944	89	76	103	88	100	102	66	89
1943	85	80	98	82	117	88	75	89
1942	77	84	107	69	97	70	56	80
1941	108	101	155	91	63	98	72	98
1940	114	117	140	98	97	88	113	110
1939	135	125	166	130	128	125	122	133
1938	131	95	137	102	121	82	99	110
1937	120	84	114	88	120	72	93	99
1936	114	67	115	74	104	88	102	95
1935	123	73	115	87	111	98	127	105
1934	115	118	135	94	128	99	135	118
1933	114	82	151	87	96	113	113	108
1932	119	82	101	111	105	107	92	103
1931	129	96	87	136	104	106	89	107
1930	112	93	91	128	148	129	118	117
1929	119	97	71	115	166	116	125	116
1928	98	91	54	86	142	67	116	94
1927	94	106	54	75	109	70	103	87
1926	94	106	67	64	106	66	115	88
1925	75	88	60	64	92	57	84	74
1924	71	67	57	56	73	37	68	61
1923	80	113	73	71	104	58	90	84
1922	89	104	77	71	109	62	86	85
1921	67	83	80	74	107	54	98	80
1920	90	98	99	84	111	74	108	95
1919	104	116	103	96	105	77	121	103
1918	104	110	105	91	78	72	119	97
1917	101	99	93	88	92	84	130	98
1916	114	136	113	120	106	87	136	116
1915	98	122	97	118	77	84	112	101
1914	88	107	72	95	83	99	103	93
1913	88	108	80	104	104	88	134	101
1912	84	89	71	82	88	80	121	88
1911	86	89	73	98	98	79	128	93
1910	111	104	106	130	107	95	174	118
1909	115	109	99	119	93	84	128	107
1908	107	105	80	112	91	93	134	103
1907	104	102	86	119	93	98	120	103
1906	104	98	72	105	97	95	126	100
1905	114	101	76	106	92	95	140	104
1904	107	91	73	86	92	88	126	95
1903	112	105	100	100	106	92	159	111
1902	96	98	97	90	86	87	132	98
1901	91	77	67	76	74	77	130	85
1900	102	96	83	89	88	95	118	96
1899	66	72	56	87	66	88	103	77
1898	89	104	98	111	97	88	110	100
1897	79	82	79	92	88	101	102	89
1896	86	82	82	104	83	95	110	92
1895	103	121	127	143	91	113	103	115

TABEL XIII, fortsat (continued)

År	Middelårringsbredde (%) Afdeling 184	175	195	172	190	155	198	Indeks
1894	69	108	118	114	81	99	91	97
1893	52	84	84	87	77	110	110	86
1892	81	113	127	113	97	117	111	109
1891	89	126	152	118	101	112	90	113
1890		139	152	122	89	119	79	113
1889		107	111	104	79	104	70	93
1888			127	135	85	117	58	103
1887			90	94	79	99	55	83
1886			113	131	105	130	55	106
1885			98	96	75	104	50	84
1884			85	90	86	111	52	84
1883				105	88	110	49	87
1882				129	94	119	51	97
1881				102	89	112	58	89
1880				96	107	119		80
1879				99	114	115		81
1878				58	104	121		70
1877				60	105	127		72
1876					89	110		62

TABEL XIV

RØDGRAN (Picea abies), STUDSBØL.

	Middelårringsbredde (%)							
	Afdeling							
År	380	374	364	429	389	393	417	Indeks
1949	70	103	74	62	122	94	86	85
1948	76	110	86	71	136	105	73	91
1947	86	124	101	48	118	111	104	96
1946	106	138	139	61	167	146	187	131
1945	129	157	128	81	174	149	164	137
1944	84	102	79	63	124	105	105	92
1943	91	89	90	70	145	114	112	99
1942	70	82	63	58	119	75	75	75
1941	86	110	88	68	168	98	95	99
1940	97	116	89	84	153	108	97	103
1939	132	125	118	108	178	129	113	126
1938	118	129	89	80	140	96	109	106
1937	119	119	86	77	135	83	96	99
1936	126	127	89	68	132	98	74	99
1935	97	129	86	69	129	106	74	96
1934	73	110	84	63	130	109	80	90
1933	100	109	115	105	139	128	97	110
1932	92	105	117	99	118	118	104	105
1931	103	122	114	103	128	107	106	109
1930	99	127	122	97	130	127	109	113
1929	109	138	130	116	129	113	127	120
1928	93	131	125	116	122	109	109	112
1927	101	105	100	101	99	90	98	97
1926	105	103	108	97	98	84	99	97
1925	93	85	95	83	89	80	78	84
1924	108	83	86	85	95	74	79	85
1923	92	71	90	99	93	67	85	83
1922	83	81	97	103	104	72	95	88
1921	59	60	105	70	86	56	61	69
1920	76	83	133	121	112	83	89	97
1919	90	76	122	123	115	83	86	97
1918	108	61	108	78	103	71	58	82
1917	108	69	118	95	89	91	75	90
1916	160	96	152	132	112	96	112	120
1915	161	72	125	99	89	82	80	98
1914		82	146	130	84	74	75	106
1913		64	113	111	83	69	66	91
1912		73	114	119	84	72	75	97
1911		75	88	132	73	76	78	94
1910		90	111	191	100	103	110	127
1909		98	113	187	99	94	96	124
1908		94	89	167	88	100	86	112
1907		89	73	142	79	96	87	102
1906		93	60	144	59	94	81	96
1905		95	62	130	61	106	106	101
1904			54	103	46	88	69	78
1903			83	125	68	118	118	111
1902			71	105	57	90	89	89
1901			75	103	53	91	75	86
1900			97	122	60	110	101	106
1899				77	36	100	74	78
1898				112	63	129	112	113
1897				81	50	93	71	80
1896				66	43	79	59	67
1895					74	128	103	113
1894					73	120	134	121
1893					46	79	77	75
1892					65	116	132	115
1891					62	156	155	138
1890					74	132	170	139
1889						103	119	102
1888						115	169	130
1887						98	128	104
1886						114	195	142
1885							106	77
1884							93	68

TABEL XV

RØDGRAN (Picea abies), GRAM

	Middelårringsbredde (%)							
	Afdeling							
År	3c	15a	22b	14a	24a	39a	37a	Indeks
1949	80	97	63	59	72	73	88	76
1948	81	83	86	52	82	67	120	81
1947	110	107	109	100	115	108	147	113
1946	155	142	138	142	165	184	204	161
1945	165	148	157	151	215	188	158	168
1944	76	103	81	87	107	93	77	89
1943	73	101	81	80	126	102	97	94
1942	80	76	65	52	70	73	74	70
1941	87	53	94	60	87	70	90	77
1940	102	78	129	84	127	83	115	102
1939	122	90	142	103	145	80	118	114
1938	102	112	144	134	124	107	127	121
1937	122	118	129	121	92	98	143	117
1936	112	90	107	86	78	85	113	95
1935	101	77	108	88	57	71	104	86
1934	80	80	91	116	64	60	78	81
1933	76	81	91	72	73	64	79	76
1932	99	96	90	74	93	103	105	94
1931	101	122	97	105	81	94	101	100
1930	82	98	95	95	91	103	94	93
1929	107	116	111	130	120	128	139	121
1928	88	98	96	118	112	113	111	105
1927	112	117	88	119	97	136	131	114
1926	98	97	80	110	84	105	106	97
1925	87	97	77	112	78	116	98	94
1924	94	94	67	117	65	114	94	92
1923	89	84	57	88	67	98	73	79
1922	115	103	82	107	100	129	111	106
1921	54	52	48	70	62	69	65	60
1920	124	116	90	131	118	131	110	117
1919	134	121	103	137	131	135	133	127
1918	74	78	73	102	83	80	80	81
1917	86	88	83	100	115	86	100	94
1916	120	133	130	144	146	161	130	137
1915	118	96	103	101	107	97	80	100
1914	128	84	96	94	89	107	74	95
1913	84	86	88	97	90	113	68	89
1912	124	95	88	103	80	103	59	93
1911	68	86	87	107	88	86	61	83
1910	93	136	125	114	97	119	86	109
1909	97	129	138	113	118	138	111	120
1908		142	136	98	115	112	104	114
1907			129	102	112	64	64	95
1906			111	70	100	64	74	84
1905			137	95	133	80	100	109
1904			80	60	74	57	62	67
1903					118	126	119	126
1902					82	96	98	96
1901					75	77	86	83
1900					80	112	111	105
1899						52	76	60
1898						90	133	105
1897							74	59
1896							43	34
1895							104	82

TABEL XVI

ÆDELGRAN (Abies alba), BUDERUPHOLM.

År	Middelårringsbredde (%) Afdeling 201	131	312	22	23	132	Indeks
1950	79	66	90	94	70	125	88
1949	93	98	118	106	101	198	119
1948	76	77	106	89	70	134	92
1947	74	89	105	84	72	125	92
1946	88	127	125	81	91	228	124
1945	77	98	114	72	76	192	105
1944	91	100	109	87	87	138	102
1943	83	97	111	101	104	144	107
1942	68	94	93	107	97	133	99
1941	107	118	128	141	127	152	129
1940	80	69	88	108	96	112	93
1939	117	117	127	147	140	152	134
1938	93	99	112	133	120	143	117
1937	110	124	110	125	129	150	125
1936	84	115	96	98	110	120	104
1935	98	116	95	100	92	107	102
1934	79	86	91	101	82	102	91
1933	86	96	109	112	96	111	102
1932	103	131	144	134	133	142	132
1931	98	110	116	118	99	105	108
1930	109	109	115	123	90	100	108
1929	103	109	126	119	97	95	109
1928	87	92	106	98	73	78	89
1927	81	112	96	93	85	91	93
1926	106	125	102	95	90	80	100
1925	106	93	88	101	78	58	88
1924	98	112	74	100	100	70	93
1923	125	116	88	101	103	82	103
1922	120	109	89	92	94	72	96
1921	93	62	70	72	62	39	66
1920	133	100	87	96	102	67	98
1919	120	93	83	100	112	68	96
1918	142	120	91	109	128	74	111
1917	130	104	79	102	125	65	101
1916	142	126	91	106	125	78	112
1915	122	91	80	89	100	61	91
1914	107	90	79	86	96	75	89
1913	108	86	80	91	101	77	91
1912	116	103	97	95	99	95	101
1911	111	84	91	95	101	72	93
1910	105	92	110	100	110	102	104
1909	95	78	103	89	96	99	94
1908	79	67	94	77	80	91	82
1907	78		103	90	101	83	88
1906			104	86	111	67	86
1905			102	75	117	59	82
1904			85	82	132	68	86
1903						70	88
1902						65	82
1901						68	86
1900						93	117
1899						62	78
1898						97	122
1897						86	109
1896						79	100
1895						70	88
1894						131	165

TABEL XVII

DOUGLASGRAN (Pseudotsuga taxifolia) BUDERUPHOLM.

År	Middelårringsbredde (%) Afdeling 131	190	Indeks
1950	91	91	91
1949	92	92	92
1948	69	77	73
1947	65	56	60
1946	112	89	101
1945	116	127	122
1944	104	120	112
1943	99	111	105
1942	69	63	66
1941	98	76	87
1940	73	54	63
1939	126	108	117
1938	127	111	119
1937	124	110	117
1936	124	126	125
1935	126	141	133
1934	125	141	133
1933	109	130	119
1932	116	124	120
1931	92	105	99
1930	119	122	120
1929	92	88	90
1928	87	86	87
1927	117	117	117
1926	103	99	101
1925	87	79	83
1924	87	76	82
1923	108	111	110
1922	111	106	109
1921	97	110	103
1920	120	116	118
1919	102	99	101
1918	106	111	108
1917	82	91	87
1916	109	120	114
1915	91	86	88
1914	87	82	84
1913	95	96	96
1912	112	102	107
1911	80	91	86
1910	105	103	104
1909	108	93	100
1908	93	99	96
1907	115	106	110
1906	95	102	99
1905	105	111	108
1904	86	96	91
1903	106	133	119

TABEL XVIII

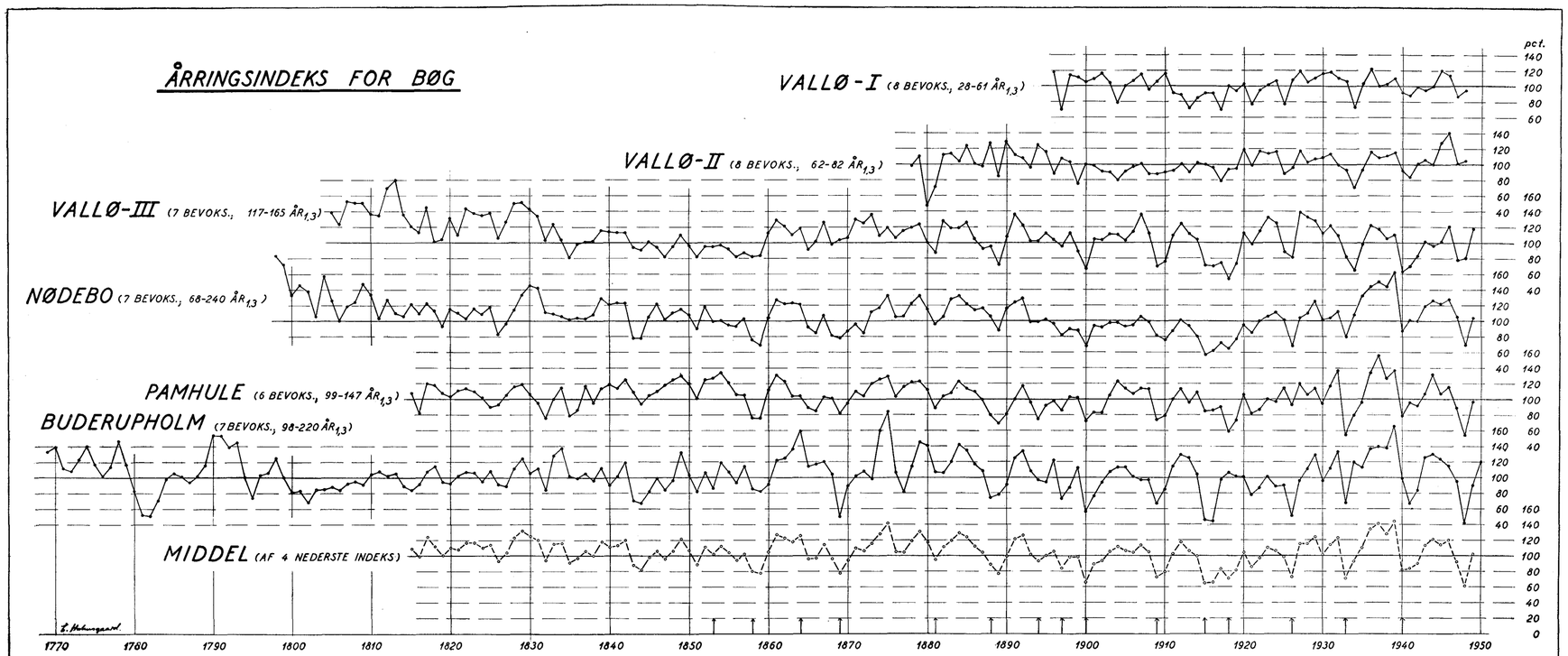
SITKAGRAN (Picea sitchensis), BUDERUPHOLM.

År	Middelårringsbredde (%) Afdeling 280	307	Indeks
1950	109	105	107
1949	116	109	112
1948	99	96	98
1947	92	82	87
1946	113	133	123
1945	117	123	120
1944	91	106	98
1943	78	77	78
1942	66	73	70
1941	82	89	85
1940	76	72	74
1939	129	103	116
1938	120	96	108
1937	89	124	106
1936	108	108	108
1935	111	100	106
1934	111	89	100
1933	116	107	112
1932	126	114	120
1931	109	107	108
1930	109	112	110
1929	93	117	105
1928	92	125	109
1927	102	108	105
1926	92	92	92
1925	76	77	76
1924	72	100	86
1923	83	85	84
1922	91	92	91
1921	92	63	78
1920	113	96	104
1919	113	96	104
1918	118	112	115
1917	100	111	105
1916	105	136	121
1915	91	113	102
1914	75	90	82
1913	101	88	94
1912	106	92	99
1911	106		99
1910	117		110
1909	112		104
1908	100		94
1907	110		103
1906	102		96
1905	93		87
1904	87		81
1903	90		84
1902	90		84

TABEL XIX

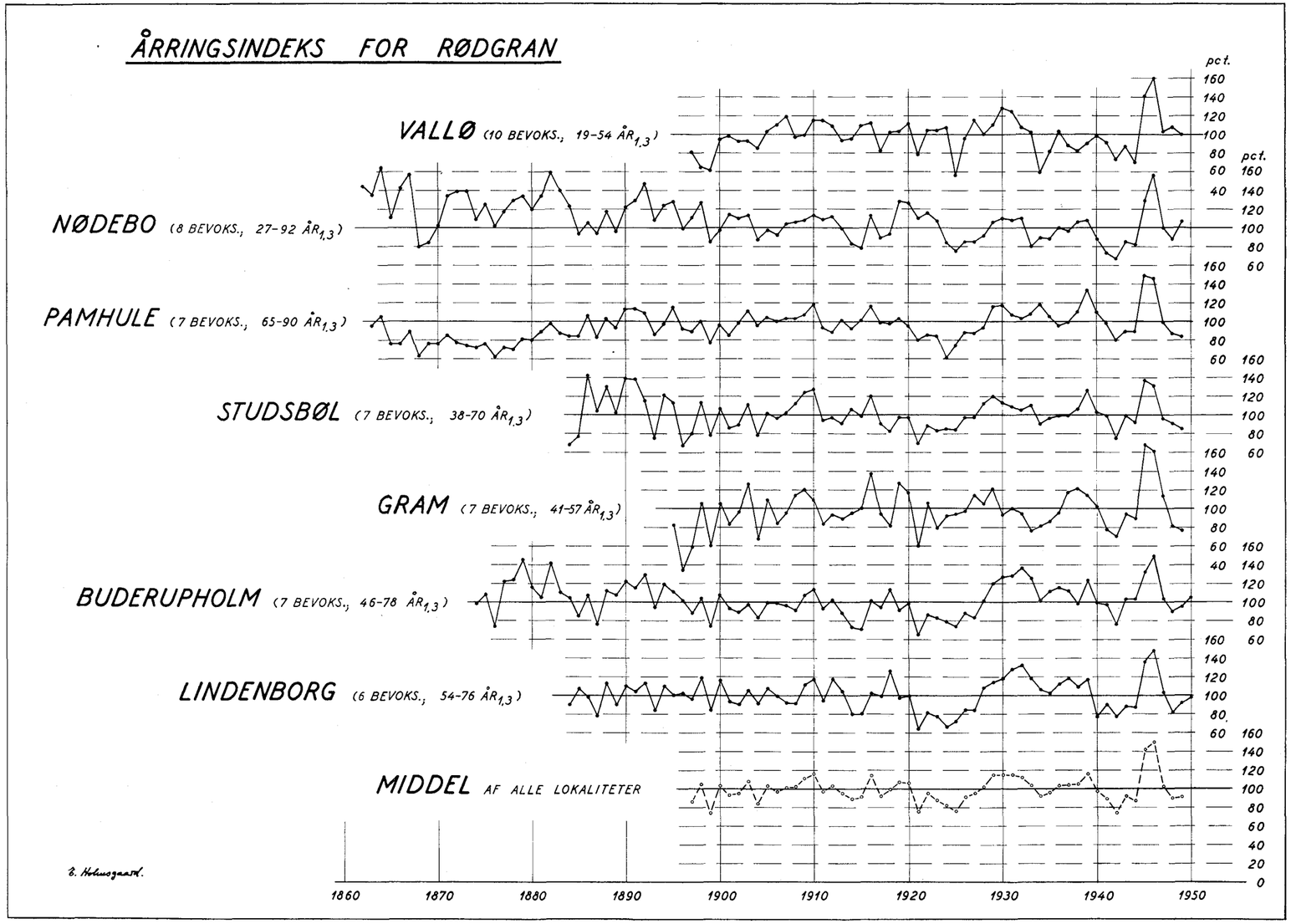
ENE (Juniperus communis), KLOSTERSKOVEN.

År	Middelårringsbredde (%)
1950	90
1949	72
1948	79
1947	96
1946	115
1945	124
1944	94
1943	82
1942	74
1941	81
1940	115
1939	138
1938	124
1937	127
1936	129
1935	100
1934	104
1933	116
1932	105
1931	105
1930	122
1929	108
1928	101
1927	104
1926	112
1925	125
1924	85
1923	60
1922	70
1921	87
1920	79
1919	100
1918	71



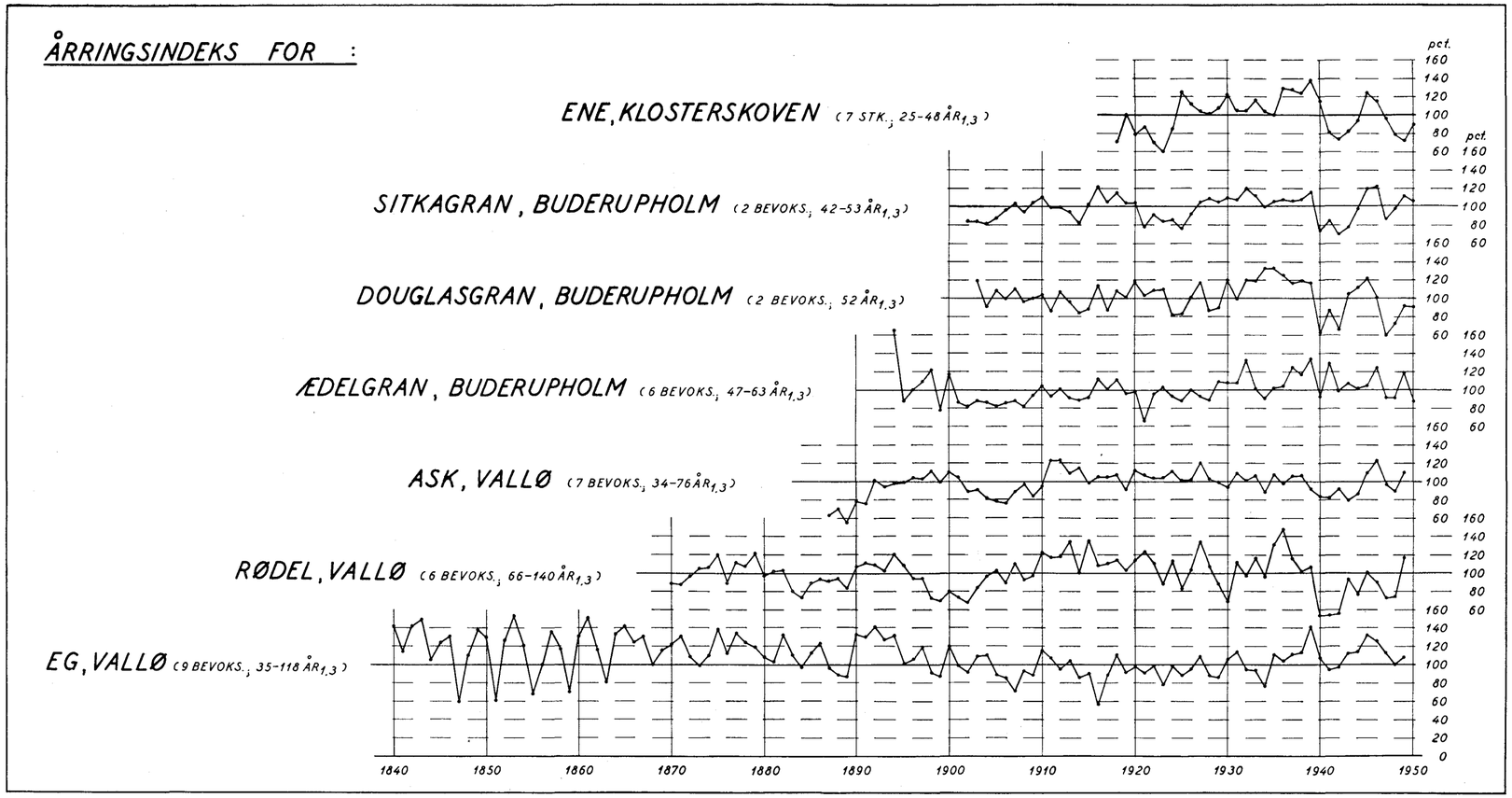
Figur I. Årringsindeks for bøg. Pilene angiver store frøår.

Fig. I. Tree-ring indices for beech. Arrows indicate years rich in seeds.
Bevoks. = stands
$ÅR_{1,3}$ = years at breast-height
Middel (af 4 nederste indeks) = average (of 4 lowermost index series).



Figur II. Årringsindeks for rødgran.

Fig. II. Tree-ring indices for Norway spruce.
Bevoks. = stands
År 1.3 = years at breast-height
Middel af alle lokaliteter = average of all sites.



Figur III. Årringsindeks for ene, sitkagran, douglasgran, ædelgran, ask, rødel og eg.

Fig. III. Tree-ring indices for juniper (ene), Sitka spruce (sitkagran), Douglas fir (douglasgran), Silver fir (ædelgran), ash (ask), alder (rødel) and oak (eg).

Bevoks. = stands
År 1.3 = years at breast-height.

ning i bøg i Danmark siden 1900, statistisk belyst og teoretisk bedømt. (Thinning of beech in Denmark since 1900, illustrated statistically and assessed theoretically). S. 271. — **H. 5.:** Nr. 165. J. A. LØVENGREEN: Analyse af en afsluttet prøveflade i rødgran. (Analysis of a completed Sample Plot in Norway Spruce). S. 355. — Nr. 166. H. A. HENRIKSEN: Bemærkninger til udhugningsforsøget i bøg i Århus kommunes skove. (Revision d'une expérience de coupes d'éclaircis de hêtre dans les forêts de la municipalité de Århus). S. 373. — Nr. 167. H. A. HENRIKSEN: Et udhugningsforsøg i ung bøg. (Durchforstungsversuch in jungem Buchen-Bestand). S. 387. — Nr. 168. H. A. HENRIKSEN: Et udhugningsforsøg i sitkagran. (Durchforstungsversuch in einem Bestand von Sitka-Fichten). S. 403.

Bd. XXI, H. 1: Nr. 169. C. H. BORNEBUSCH †: Nørholm Hede. Tredje beretning. (Lande de Nørholm. Troisième rapport). S. 1 — Nr. 170. NIELS HAARLØV og BRODER BEIER PETERSEN: Temperaturmålinger i bark og ved af Sitkagran. (Measurements of temperature in bark and wood of Picea sitchensis). S. 43. — **H. 2:** Nr. 171. DAVID FOG and ARNE JENSEN: General volume table for beech in Denmark. (Almindelig massetabel for bøg i Danmark). S. 93. — Nr. 172. H. A. HENRIKSEN: Die Holzmasse der Buche. (Bøgens vedmasse). S. 139. — Nr. 173. H. A. HENRIKSEN og ERIK JØRGENSEN: Rodfordærverangreb i relation til udhugningsgrad. En undersøgelse på eksperimentelt grundlag. (Fomes annosus attack in relation to grade of thinning. An investigation on the basis of experiments). S. 215. — **H. 3:** Nr. 174. CARL MAR: MÖLLER, D. MÜLLER & JÖRGEN NIELSEN: Loss of branches in European Beech. S. 253. — Nr. 175. CARL MAR: MÖLLER, D. MÜLLER & JÖRGEN NIELSEN: Respiration in stem and branches of Beech. S. 273. — Nr. 176. D. MÜLLER: Die Atmung der Buchenblätter. S. 303. — Nr. 177. D. MÜLLER: Die Blätter und Kurztriebe der Buche. S. 319. — Nr. 178. CARL MAR: MÖLLER, D. MÜLLER & JÖRGEN NIELSEN: Graphic presentation of dry matter production of European Beech. S. 327. — **H. 4:** Nr. 179. E. C. L. LØFTING: Danmarks ædelgranproblem. (Denmark's Silver Fir Problem). S. 337. — Nr. 180. V. GØHRN, H. A. HENRIKSEN og B. BEIER PETERSEN: Iagttagelser over Hylesinus (Dendroctonus) micans. (Observations of Hylesinus (Dendroctonus) micans Kug.). S. 383. — Nr. 181. BENT SØEGAARD: Fem søskendebestøvninger i europæisk lærk. (Controlled Pollination of Five Sister Trees of European Larch). S. 435. — Nr. 182. K. BRANDT: Proveniensforsøg med skovfyr m. v. i Jørgensens plantage, Djursland. (Provenance Experiments with Scots Pine etc. in Jørgensen's Plantation, Djursland). S. 449.

Bd. XXII, H. 1: Nr. 183. ERIK HOLMSGAARD: Årringsanalyser af danske skovtræer. (Tree-Ring Analyses of Danish Forest Trees). S. 1.

DET FORSTLIGE FORSØGSVÆSEN I DANMARK

udgives ved den forstlige forsøgskommission under redaktion af forstanderen, i hæfter sædvanlig på 5—10 ark, der udsendes fra Statens forstlige Forsøgsvæsen, Møllevangen, Springforbi. Ca. 25 ark (400 sider) udgør et bind. Prisen pr. bind er 10 kr., for skovbrugsstuderende dog 5 kr., der tages ved postgiro samtidig med udsendelsen af 1ste hæfte.

Fortegnelse over indholdet af bd. I—X, 1905—1930, beretninger nr. 1—95 og nr. 97, findes i slutningen af 10de bind og af bind XI—XX, 1930—1951, beretninger nr. 96 og 98—168, i slutningen af 20de bind. Disse fortegnelser tilsendes gratis ved henvendelse til forsøgsvæsenet.

Fortegnelse over indholdet af bd. XV—XXI er anført på omslaget.

KANDRUP & WUNSCH - KØBENHAVN

ved Opbygning af Hedeskov, Hedeskovenes Foryngelse VIII. (Le développement des différentes espèces de mélèze dans les plantations des landes, et le mélèze de Japon utilisé comme arbre auxiliaire dans la culture de forêts des landes), S. 321. — **H. 5:** Nr. 148. KJELD LADEFOGED: De enkelte Kronedeles produktionsmæssige Betydning hos Rødgran (The productive importance of the individual parts of the crown in spruce, picea excelsa L.), S. 365.

Bd. XVII, H. 1: Nr. 145. CARL MAR: MÖLLER: Untersuchungen über Laubmenge, Stoffverlust und Stoffproduktion des Waldes. (Undersøgelse over Løvmængde, Stoftab og Stofproduktion i Skov). Dansk Resumé. S. 1. — **H. 2:** Nr. 150. C. MUHLE LARSEN: Experiments with softwood cuttings of forest trees (Forsøg med urteagtige Stiklinger af Skovtræer). Meddelelse Nr. 18 fra Skovtræforædlingen, Arboretet, Hørsholm. S. 289.

Bd. XVIII, H. 1: Nr. 149. C. H. BORNEBUSCH og H. A. HENRIKSEN: Bøgens Vedmassefaktorer, 1. Del: Formtalsbestemmelse ved Hjælp af Standardtabeller for mindre Bevoksninger af Bøg, (Form factor calculation by means of standard tables for small stands of beech). S. 1. — **H. 2:** Nr. 157. MATHIAS THOMSEN, N. FABRITIUS BUCHWALD og POUL A. HAUBERG: Angreb af Cryptococcus fagi, Nectria galligena og andre Parasiter paa Bøg i Danmark 1939—43. (Attack of Cryptococcus fagi, Nectria galligena and other parasites on beech in Denmark 1939—43). S. 97. **H. 3:** Nr. 158. E. C. L. LØFTING: Rødgranplantagernes Foryngelse i de jydske Hedeegne. 1. Del: Foryngelsesproblemerne. (Regeneration of Norway Spruce in the Danish heath regions. 1' part: The problems of the regeneration). S. 327.

Bd. XIX, H. 1: Nr. 152. C. H. BORNEBUSCH: Bøgeskovens Behandling paa Boller Skovdistrikt. (Le traitement appliqué par E. Moldenhawer à la forêt de hêtres du domaine forestière de Boller), S. 1. — Nr. 153. F. KRARUP: Langsom Bøgeselvforyngelse. (Régénération naturelle lente d'un peuplement de hêtre). S. 81. — **H. 2:** Nr. 154. CARL MAR: MÖLLER: Mycorrhizae and nitrogen assimilation (Mycorrhizer og Kvælstofassimilation) S. 105. — **H. 3:** Nr. 155. C. H. BORNEBUSCH: Egeprøveflader i Nordsjælland. (Places d'essai de chêne au nordest de Seeland). S. 205. Nr. 156. C. A. JØRGENSEN og CECIL TRESCHOW: Om Bekæmpelse af Rodfordærveren (Fomes annosus (FR.) CKE) ved Fladrodplantning og ved Kalk- og Fosfattilskud. (On the control of root- and butt-rot, caused by Fomes annosus (FR.) CKE by superficial planting and by the application of lime and phosphate). S. 253. **H. 4:** Nr. 159. IB THULIN: Beskadigelser af Douglasgran (Pseudotsuga taxifolia) i Danmark i Vinteren 1946—47. (Damage to Douglasfir (Pseudotsuga taxifolia) in Denmark in the winter of 1946—47). S. 285. **H. 5:** Nr. 160. MOGENS ANDERSEN: Form factor investigations and yield tables for Japanese larch in Denmark. (Formtal og tilvækst for japansk lærk). S. 331.

Bd. XX, H. 1: Nr. 151. E. C. L. LØFTING: Danmarks skovfyrproblem. (Scots pine problems on the heaths and dunes of Denmark) s. 1. — **H. 2:** Nr. 161. JUST HOLTEN: Kulturmåder i Danmarks gamle skovegne 1950. (Methods of Establishment on Old Woodland Sites in Denmark 1950). S. 111. — **H. 3:** Nr. 162. E. OKSBJERG: Rødgranplantagernes foryngelse i de jydske hedeegne. (Regeneration of Norway spruce plantations on the heaths of Jutland). S. 165. — Nr. 163. H. A. HENRIKSEN: Dimensionsklassefordeling for Bøg. (Allocation to diameter classes for beech). S. 229. — **H. 4:** Nr. 164. J. A. LØVENGREEN: Udhug-