

# SILVA FENNICA

Vol. 1 (121) 1967 N:o 4

## Sisällys — Contents

Bo EKLUND: Om tillväxtens årliga variation hos tall och gran jämte betydelsen av hänsynstagande härtill	1
Summary: Annual variation of increment in pine and spruce.	21
Suomen metsäntutkimus ja sen kehittäminen.	23
Summary: Forestry research in Finland and its further development.	66
Uutta kirjallisuutta.	67

SUOMEN METSÄTIETEELLINEN SEURA  
SOCIETY OF FORESTRY IN FINLAND

HELSINKI

## SILVA FENNICA

The journal of forestry science of the Society of Forestry in Finland. Appears from the beginning of 1967 in four issues annually.

Previously, from 1926, Silva Fennica appeared irregularly as a serial. The last issue of the old series is no. 120 (1966).

Editor: PENTTI HAKKILA (address: Forest Building, Unioninkatu 40 A, Helsinki 17, Finland).

Editorial Board: KULLERVO KUUSELA (Chairman), KUSTAA KALLIO (Vice Chairman), LAURI HEIKINHEIMO, AARNE NYSSÖNEN, KALLE PUTKISTO, SAKARI SAARNIJOKI and VEIJO HEISKANEN (Secretary).

Subscription price Fmk 20,—

The Society of Forestry in Finland also publishes the serial ACTA FORESTALIA FENNICA.

## SILVA FENNICA

Suomen Metsätieteellisen Seuran aikakauskirja. Ilmestyy vuodesta 1967 alkaen vähintään neljänä numerona vuodessa.

Silva Fennica ilmestyi aiemmin vuodesta 1926 epäsäännöllisin välein sarjajulkaisuna. Viimeinen vanhan sarjan numero on 120 (1966).

Toimittaja: PENTTI HAKKILA (osoite: Metsätalo, Unioninkatu 40 A, Helsinki 17).

Toimituskunta: KULLERVO KUUSELA (puheenjohtaja), KUSTAA KALLIO (varapuheenjohtaja), LAURI HEIKINHEIMO, AARNE NYSSÖNEN, KALLE PUTKISTO, SAKARI SAARNIJOKI ja VEIJO HEISKANEN (sihteeri).

Tilaushinta 20 mk. Seuran jäsenet saavat aikakauskirjan 10 mk:lla lähettämällä tilauksen suoraan Seuralle os. Unioninkatu 40 B.

Suomen Metsätieteellinen Seura julkaisee myös ACTA FORESTALIA FENNICA sarjaa.

## OM TILLVÄXTENS ÅRLIGA VARIATION HOS TALL OCH GRAN JÄMTE BETYDELSEN AV HÄNSYNSTAGANDE HÄRTILL\*

BO EKLUND

### SUMMARY:

### ANNUAL VARIATION OF INCREMENT IN PINE AND SPRUCE

Godkänt 24. 4. 1967

Den aktuella gästföreläsningen behandlar ett för skogsuppskattningen betydelsefullt problem, nämligen »tillväxtens årliga variation hos tall och gran jämte betydelsen av hänsynstagande härtill». Ett nykonstruerat instrument för mätning av årsringar i fältet beskrives liksom även den senaste versionen av skogshögskolans s.k. årsringsmätningsskärmar. Vidare berörs till vägagångssättet vid bildning av s.k. årsringsindex. Vid analys av ett omfattande årsringsmaterial från orörda bestånd inom norra Sverige har konstaterats, att tallens årsringsindexserie präglas av en förhållandevis stark och med stigande breddgrad ökande autokorrelation, innebärande att årsringsindex för ett givet kalenderår är positivt korrelerat med index för närmast föregående år. Sådan autokorrelation synes ej utmärka granens årsringsindexserie, som i stället präglas av den år från år varierande kottproduktionen. Årsringsindex för gran har visat sig kunna uttryckas i form av s.k. klimatfunktioner, enligt vilka årsringsindex approximativt kan beräknas för kända värden på de i funktionen ingående meteorologiska variablerna i förening med numeriska uttryck för kottproduktionen. Genom en rad exempel illustrerande årsringsserier från gallrade bestånd påvisas slutligen, hur huggningsreaktionen kan framställas i från årsringsvariationerna mera renodlad form och hur »klimatkorrigerade» tillväxtbelopp kan fastställas.

I CARL VON LINNÉ'S berättelse över sin öländska och gotländska resa står för den 5 juni år 1741, då vår frejdade naturforskare befann sig på resa mellan Resmo och Mörbylånga på Öland, följande att läsa:

\*) Gästföreläsning vid Agro-Forstliga fakulteten av Helsingfors Universitet den 16 februari 1967.

»En Ekståck, som war mycket stor och förleden winter afhuggen, i Diameter 7 quarter innom barken; då wi räknade ringarna, funno wi at de vuxit 260 åhr, märckte ock at somliga ringar i trädet woro när in til hwarandra och andra mycket längre ifrå hwarandra: då jag undrade, hwad orsaken här til mände wara, föll mig in at starka wintrar kunde förorsaka at ringarna kommo närmare in til hwarandra: ty räknade jag ifrån förleden winter, ringarna ifrån Barken in åt centrum til åhr 1708 à 1709, då starka wintern war, hwilka ringar jag fant wara tätt in til hwarandra; åfwen åhren 1587 och 1658. Detsamma märkte jag ock på en stor hop andra mindre Ekståckar. Altså hafwom wi uti Eken lik som en krönika på wintrarna, dem wi kunnom få oss bekante hela 200 ad 300 åhren tillbakars.»

Med den för honom karaktäristiska skarpsynen hade således LINNÉ klart för sig, att ett visst samband råder mellan variationen i ekens årsringar och klimatet. Visserligen innebar väl hans uttalande ett felslut, så till vida att han tillskrev vinterklimatet som utslagsgivande för ekens årsringbildning. Han hade dock funnit ett värdefullt spår, som den skogliga forskningen först i början av detta århundrade skulle taga upp. Genom insatser av en rad forskare i de nordiska länderna ha klara belegg erhållits för, att klimatet på våra breddgrader förorsakar så starka årliga variationer i skogsträdens tillväxt, speciellt då diameter-, men även höjdtillväxten, att man vid mera noggrannhetskrävande tillväxtkalkyler och -analyser måste söka återföra tillväxtbeloppen till en i möjligaste mån gemensam klimatisk nämnare. Alltsedan HESSELMANS undersökningar under 1900-talets första år har den skogliga forskningen i samtliga de nordiska länderna lämnat värdefulla bidrag till kännedomen om tillväxtens klimatiskt betingade variation hos våra skogsträd. I detta sammanhang har jag anledning uttrycka min uppskattning av företrädare för den här i Finland bedrivna årsringsforskningen, representerad av bl.a. BOMAN, HUSTICH, ILVESSALO, MIKOLA, SIRÉN och KUUSELA, en uppräknig som jag dock är fullt medveten om är högst ofullständig.

Skogsträdens årsringar representera som bekant vår värdefullaste kunskapskälla icke blott om trädens ålder och diametertillväxt utan även i viss utsträckning om deras kvalitetsförhållanden. Genom mätning av årsringar och analys av årsringsutvecklingen kan i många fall värdefulla informationer erhållas angående effekten av verkställda beståndsvårdsåtgärder i form av t.ex. gallringar, gödslingar etc. Under inflytande av de på våra breddgrader rådande väderleksförhållandena uppvisa årsringarna såväl i orörd skog som i huggningspåverkade eller på annat sätt behandlade bestånd en variation av från år till år växlande styrka. För den skogliga produktionsforskningen liksom även ur skogsuppskattningssynpunkt över huvudtaget föreligger ett klart uttalat behov av att, t.ex. i samband med mera noggrannhetskrävande tillväxtkalkyler, eliminera årsringsbreddens variation, så att tillväxtbeloppen kunna analyseras och studeras i relation till ett mera ensartat väderleksinflytande, ett »normalklimat».

Mätning av det material av borrhärnor, som erfordras för tillväxtberäkningar eller analyser av årsringsutvecklingen, erbjuder sedan tillkomsten av särskilda

s.k. årsringsmätningssmaskiner ej något egentligt problem. Sådana maskiner finns för övrigt sedan 20 år tillbaka representerade vid Skogsforskningsinstitutet här i Finland.

Sedan ett par år tillbaka föreligger emellertid en mera avancerad typ av årsringsmätningssmaskin avsedd för integrerad mätning och bearbetning av årsringsmaterial (jfr fig. 1).

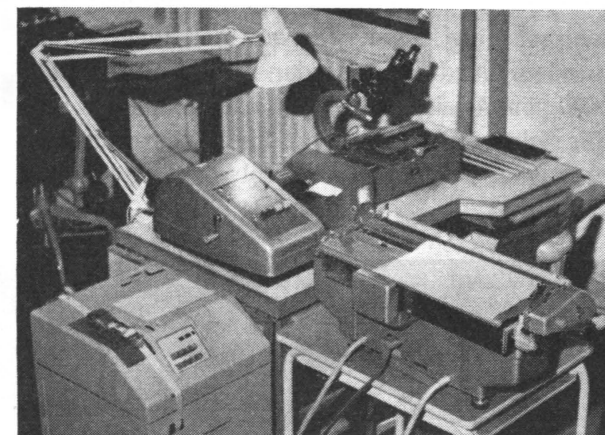


Fig. 1. Skogshögskolans nya årsringsmätningssmaskin för mätning av enskilda årsringar, årsringselement eller grupper av årsringar på borrhärnor eller stamskivor. Mätningssdata m.m. registreras såväl numeriskt på en särskild blankett som på en 5- eller 8-kanalers hålremsa, den senare avsedd för fortsatt integrerad databehandling.

Fig. 1. The Royal College of Forestry's new annual ring measuring machine, used for single rings, early or late wood or groups of rings in increment cores or stem disks. Measurements, etc., are registered both numerically on a special form and on a five or eight-channel punch tape, the latter being intended for later integrated computer analysis.

I princip är denna konstruerad på följande sätt: Den mekaniska mätimpulsen från mätningssmikroskopet — representerande t.ex. bredden av ett årsringselement, en årsring eller en grupp av årsringar — överföres genom mätningssmikroskopets växelåda till den s.k. impulsenheten. I denna omvandlas den mekaniska impulsen till en elektrisk, som via en kabel vidarebefordras till en ADDO-X maskin försedd med s.k. elektromagnetisk inmatning och anslutning till en programstyrd 5- eller 8-kanalers remsstans. Genom denna kombination av mätningssmikroskop-impulsenhet med additionsmaskin-remsstans, varav de båda senare i standardutförande, möjliggöres en samtidig registrering av erforderliga identifierings- och mätdata dels på en för det aktuella ändamålet konstruerad mätningssblankett, dels på en 5- eller 8-kanalers remsa, vilken senare är avsedd att bearbetas i elektronisk datamaskin. Härigenom kan bearbetningen av årsringsmaterialet genomföras avsevärt snabbare än med kontorsmaskiner av konventionell typ.

För att i någon mån illustrera det vid skogshögskolan i Sverige — såväl den högre skogliga undervisningen som forskningen ingår sedan den 1 juli 1962 i denna organisation — föreliggande behovet i fråga om mätning av årsringar, omfattar detta årligen omkring 20 milj. decimala tecken motsvarande omkring 50 000 borrhärdar. För mättningsarbetet erfordras sju à åtta årsringsmättningsmaskiner av nys beskrivet slag.

Det hemma hos oss sedan några år tillbaka synnerligen livliga intresset för skogsgödsling har aktualiserat behovet av årsringsmätning. Givetvis är det fördelaktigt, om sådan mätning kan ske centralt med avancerad apparatur. Emellertid har man stundom anledning att redan i fältet med tillhjälp av enkla mättekniska hjälpmedel göra årsringsmätningar och -räkningar. Ett helt nykonstruerat instrument för sådana mättningsoperationer på borrhärdar och med alternativ mekanisk eller magnetisk fixering av mätobjektet visas i fig. 2. Instrumentet

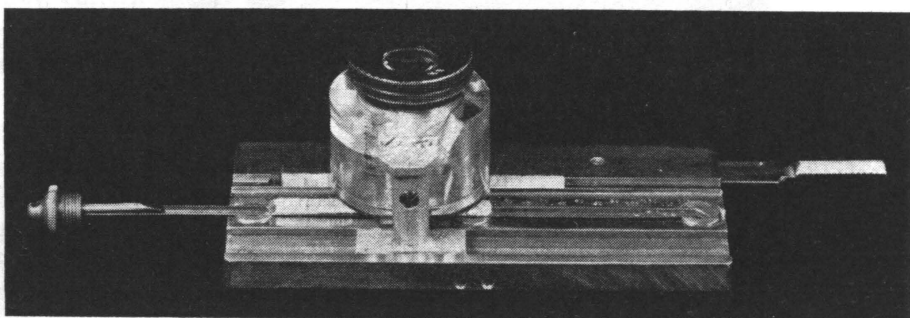


Fig. 2. Ett nykonstruerat instrument för mätning av årsringar på borrhärdar. Fastläggning av dessa sker antingen mekaniskt (den övre borrhärdan) eller med tillhjälp av permanenta magneter (den nedre borrhärdan), vilka fixerar tillväxtborrens utdragare med borrhärdan alltfjämt kvarliggande. Luppen är placerad i en hållare av plexiglas. Vid mätning förskjutes denna i borrhärdans längdriktning, varvid mätvärdet avläses på den i hela och halva millimeter graderade skala, som är synlig mellan de båda borrhärdorna.

Fig. 2. A new instrument for measuring annual rings in increment cores. Cores are held either mechanically (upper core) or with the aid of permanent magnets (lower core), which hold the borer's wedge with the core still attached to it. The magnifier is placed in a plexiglass holder. During use this is moved along the core and the measurements are read off on the scale, graduated in millimetres and half millimetres, which is visible between the two cores.

medger att antingen borrhärdan effektivt kläms fast i rännan mellan en fast och i förhållande till denna parallellt förskjutbar linjal, eller att tillväxtborrens utdragare omedelbart efter borrhärdning av trädet placeras i ett grunt u-format spår, längs vilket utdragaren stadigt fixeras av tre permanenta magneter. Den egentliga mätningen eller räkningen av årsringarna sker genom att förflytta en lupp med  $8\times$  förstoring parallellt med borrhärdans längdriktning, varvid den mätta längden successivt avläses på en skala.

Då akademiprofessor YRJÖ ILVESSALO (1942) publicerade resultaten av 1936—38 års finska riksskogstaxering, ägnade han årsringsbreddens klimatiskt betingade variation ett särskilt avsnitt i sin redogörelse. Med särskilt tillstånd av professor ILVESSALO bearbetade jag det finska årsringsmaterialet i avsikt att försöka »numeriskt fastställa klimatets inflytande på tallens och granens radietillväxt vid de båda finska riksskogstaxeringarna». Årsringsvariationerna för det på olika åldersgrupper differentierade materialet av borrhärdar från Södra Finland återges grafiskt i fig. 3, som utvisar dels starka variationer i medelårsringsbredd

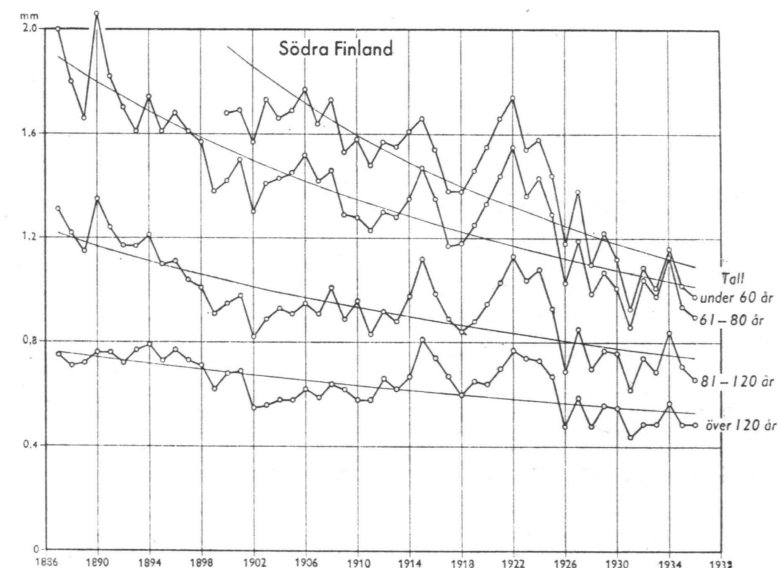


Fig. 3. Årsringsutvecklingen vid brösthöjd för olika åldersgrupper av tall från orörd skog inom södra Finland enligt den andra finska riksskogstaxeringen. Antalet borrhärdar, på vilket medelårsringsbredden för olika kalenderår grundar sig, framgår av texten.

Fig. 3. Development of annual rings at breast height for different age classes of pine from undisturbed forest in southern Finland, according to the second Finnish National Forest Survey. The number of increment cores on which the average ring width in different years is based may be obtained from the text.

år från år dels att de fyra årsringsserierna har en med stigande trädålder olika avtagande tendens. Oaktat de ej grundar sig på något särskilt omfattande årsringsmaterial från träd tillväxtborrade vid brösthöjd — åldersgruppen under 60 år representeras av 110, åldersgruppen 61—80 år av 290, åldersgruppen 81—120 år av 514 och åldersgruppen över 120 år av 162 st. provträd, som uttagits i orörd skog på fast skogsmark i anslutning till taxeringslinjerna och som vardera representeras av en borrhärd — utmärkas årsringsserierna av ett påfallande synkront förlopp och hög inbördes korrelation. Särskilt iögonenfallande för samtliga de fyra serierna är den följd av höga årsringsbredder, som karakteriserar bör-

jan av 1920-talet, varvid speciellt 1922 framstår som ett extremt gynnsamt växtår för tall. Analoga förhållanden karaktäriserar för övrigt årsringsserier från ur naturgeografisk synpunkt jämförbara delar av Sverige (jfr fig. 5).

Den med stigande trädålder i stort sett avtagande tendens, som utmärker de fyra årsringsserierna och som är olika starkt uttalad för de olika åldersgrupperna, plägar man kalla »åldersavtagandet». För att ernå full jämförbarhet mellan

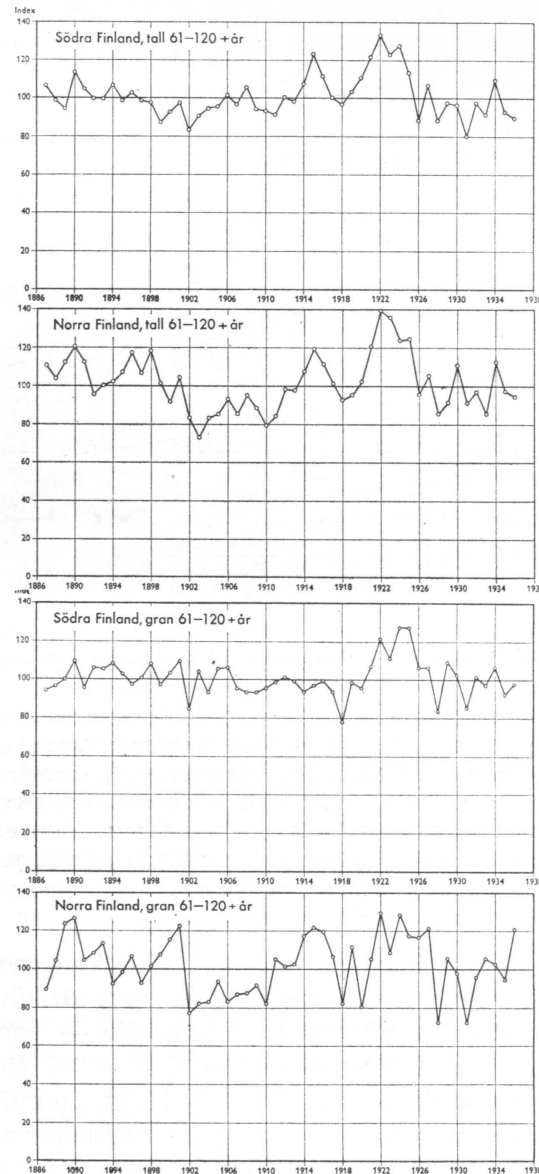


Fig. 4. Årsringsindexserier för de olika åldersgrupperna enligt fig. 3.  
Fig. 4. Annual ring index series for the various age classes, in Fig. 3.

olika delar av tidsskalan liksom även mellan olika årsringsserier, är det nödvändigt att eliminera ålderstrenden. Ett betydande forskningsarbete har nedlagts på att finna ett lämpligt tillvägagångssätt härvidlag. I princip kan ålderstrenden därvid återges i form av en funktion, där årsringbredden utgör beroende och värdena på tidsskalan oberoende variabel, vartill kommer en eller flera parametrar. Insatser från forskare inom speciellt de nordiska länderna ha lett fram till en hel uppsättning sådana funktioner. Jag skulle i det sammanhanget vilja travestera författaren och skämtaren FALSTAFF FAKIR genom att påstå: »Envar professor sin egen utjämningsfunktion». Enligt min mening återstår emellertid ännu mycket forskningsarbete innan man finner ett mera allmängiltigt förfaringsätt för en effektiv eliminering av årsringsseriernas ålderstrend.

Om vi så återknyta resonemanget till de nyss visade årsringsserierna för södra Finland, enligt fig. 3, kan vi i fig. 4 studera effekten av årsringsindexbildningen, vilken innebär att den för ett givet kalenderår observerade medelårsringbredden uttrycks i procent av den enligt den aktuella utjämningsfunktionen beräknade årsringbredden. Variationerna framträda nämligen nu i anslutning till en »balanslinje», representerad av indexvärdet 100 %. Fig. 4 åskådliggör hur jämförbarheten mellan de olika åldersgrupperna härigenom väsentligt ökat.\*)

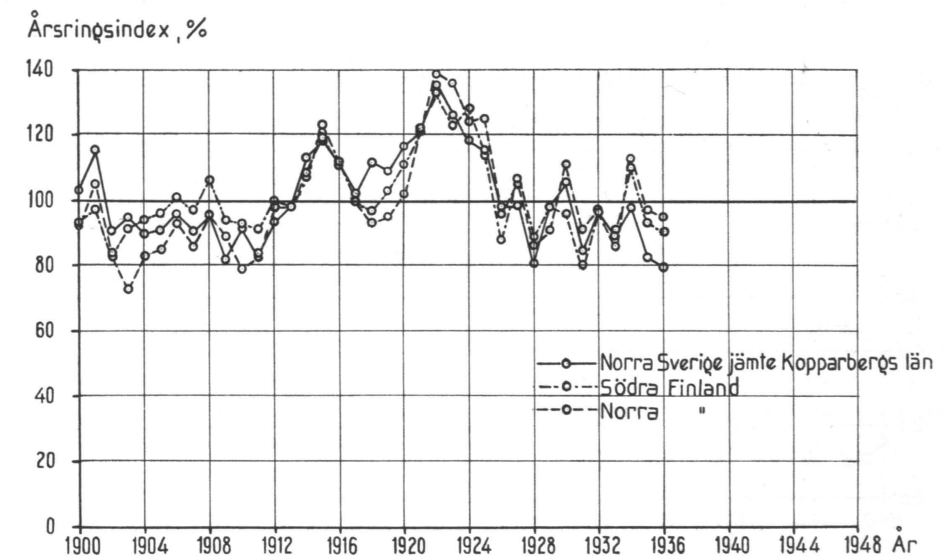


Fig. 5. Jämförelse mellan årsringsindexserier för tall inom norra Sverige jämte Kopparbergs län (2079 st. borrhärdar), södra Finland (966 st. borrhärdar) och norra Finland (553 st. borrhärdar).

Fig. 5. Comparison between annual ring index series for pine in northern Sweden and Kopparberg county (2079 cores), southern Finland (966 cores) and northern Finland (553 cores).

\*) Årsringsindex får därvid enligt NÄSLUND tolkas som ett approximativt uttryck för kalenderårets karaktär av växtår.

Om vi i stället gå över Bottenhavet och betrakta årsringsindexserier för tall, och gran i orörda bestånd inom norra Sverige jämte Kopparbergs län, vilka serier erhållits genom analys av årsringsmaterial från ett stort antal provtytor i orörd skog, finner vi enligt fig. 5 för det jämförbara tidsavsnittet, dvs. åren 1900—1936, betydande överensstämmelse mellan den finska och svenska indexserien för tall. Den senare representeras därvid av 131 provtytor med inalles 2079 provträd. Indexserien har i detta fall beräknats enligt ett förhållandevis komplicerat beräkningsförfarande, enligt vilket årsringsbredden uttrycks som en funktion av den samlade effekten av ett antal årtals-, observationsårs- och åldersgrupper.

Vid en jämförelse mellan tallens och granens årsringsindexserie, den senare representerad av årsringsmaterial från 199 provtytor med inalles 2658 provträd (fig. 6 och 7) finner vi, att tallen och granen med några få undantag på ett markerat olikartat sätt registrerat kalenderårens karaktär av växtår. Tallens årsringsindexserie har nämligen till skillnad mot granens ett karaktäristiskt storvågigt förlopp, medan det senare trädslagets utmärkes av mer eller mindre starkt framträdande oregelbundna oscillationer kring årsringsindex' normalnivå, d.v.s. 100%. Man kan då i likhet med salig CARL VON LINNÉ fråga sig »hvar orsaken här

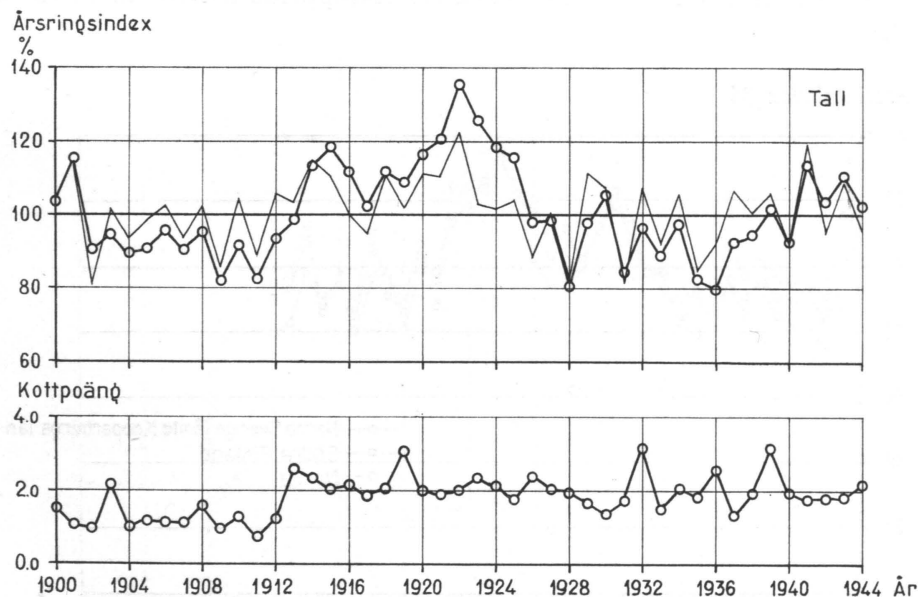


Fig. 6. Det övre diagrammet illustrerar den ursprungliga och för autokorrelation »rensade» årsringsindexserien (finare linjer) för tall från 131 provtytor (2079 st. borrhärnor) i orörd skog inom Norrland jämte Kopparbergs län. Det undre diagrammet återger approximativt variationerna i tillgången på 2-årig tallkott inom det aktuella området.

Fig. 6. The upper diagram illustrates the original series and the series adjusted for autocorrelation (fine lines) of the annual ring series for pine from 131 sample plots (2079 cores) in undisturbed forest in Norrland and Kopparberg county. The lower diagram shows approximately variations in the occurrence of two-year-old cones in the area in question.

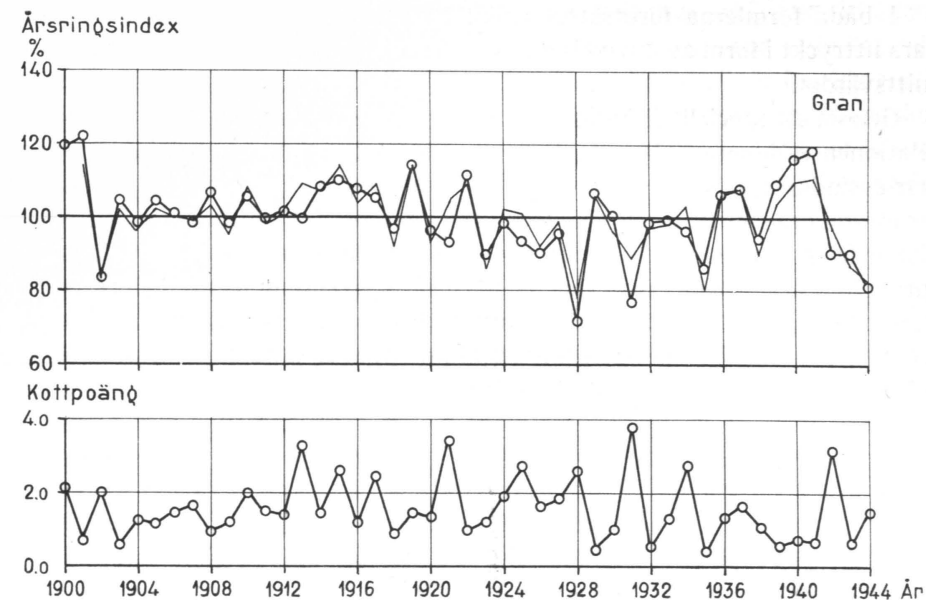


Fig. 7. Det övre diagrammet illustrerar den ursprungliga och från kotttillgång »rensade» årsringsindexserien (finare linjer) för gran från 199 provtytor (2658 st. borrhärnor) i orörd skog inom Norrland jämte Kopparbergs län. Det undre diagrammet återger approximativt variationerna i tillgången på 1-årig grankott inom det aktuella området. Observera hur den extremt höga kottproduktionen under år 1931 starkt reducerar motsvarande årsringsindex. Fig. 7. The upper diagram illustrates the original index series and the series adjusted for occurrence of cones (fine lines) for spruce from 199 sample plots (2658 cores) in undisturbed forest in Norrland and Kopparberg county. The lower diagram shows approximately variations in the occurrence of one-year-old cones in the area in question. Note how the extremely high cone production in 1931 reduced the corresponding annual ring index.

till månne vara»? För mer än 20 år sedan påvisade HUSTICH och ELFVING (1944) s.k. autokorrelation i tallens årsringsserie, innebärande att radietillväxten ( $x_t$ ) för ett givet kalenderår är positivt korrelerad med radietillväxten för närmast föregående år ( $x_{t-1}$ ) enligt:

$$x_t = a_r x_{t-1} + y_t,$$

där  $y_t$  är ett uttryck för radietillväxtens av klimatet betingade komponent och  $a_r$  en autoregressionskoefficient, som kan beräknas enligt:

$$a_r = \frac{\frac{1}{n-1} \sum_{t=2}^n x_t x_{t-1}}{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n x_t^2}$$

I båda formlerna förutsättes enligt HUSTICH och ELFVING radietillväxten vara uttryckt i form av avvikelser från det för  $n$  st. kalenderår uträknade genomsnittsvärdet.

Genom ett speciellt förfaringssätt kan på matematisk-statistisk väg autokorrelationen elimineras. Härvid dämpas mycket påtagligt storvågigheten i tallens årsringsindexserie, vilket framgår av de finare, brutna linjerna i fig. 6, och denna får ett om granens mera påminnande utseende (fig. 7). Förutom av den grafiska bilden framgår detta av korrelationskoefficienten, som från att mellan de ursprungliga årsringsindexserierna ha utgjort  $+0.28$  stegras till  $+0.58^{***}$ , dvs från att ej ha varit signifikant blir korrelationen starkt signifikant på risknivån 0.001 eller 0.1 %. Enligt fig. 8 ökar autokorrelationen påtagligt med provvyternas belägenhet ifråga om stigande breddgrad.

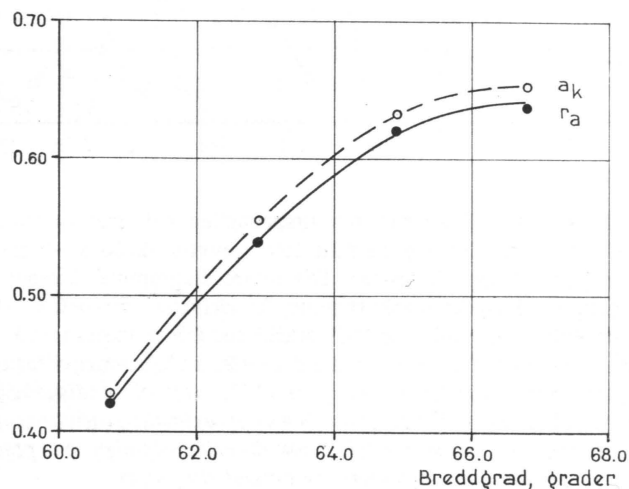


Fig. 8. Den heldragna kurvan illustrerar hur autoregressionskoefficienten enligt HUSTICH och ELFVING för det svenska årsringsmaterialet av tall (fig. 6) ökar med stigande breddgrad, vilket innebär att ju längre norrut i Sverige man kommer, desto starkare synes hos tallen årsringsbildningen vara beroende av väderleksförhållandena under den tid då den (de) närmast föregående årsringen(-arna) bildades.

Fig. 8. The full line illustrates how the autoregression coefficient, according to HUSTICH and ELFVING, for the Swedish pine material (Fig. 6) increases with latitude, implying that the formation of the annual ring in pine seems to be more closely dependent on the weather conditions obtaining at the time when the ring (or rings) immediately preceding it were formed, the further north one goes in Sweden.

I granens årsringsindexserie (enligt fig. 7) har däremot någon egentlig autokorrelation ej kunnat påvisas i det av mig disponerade årsringsmaterialet. Frågan om varför tallens årsringsbildning sker under inflytande av autokorrelation, granens utan påvisbarhet sådant inflytande, är väl delvis olöst. Tidigare trodde jag att orsaken var att söka i att tallen jämfört med granen har färre levande

generationer barr. Då skottbildningen ävenledes påverkas av väderleksförhållandena, föreligger nämligen den hypotetiska möjligheten, att den assimilerande barrmassan ändras snabbare hos det förra trädslaget. På senare år har jag emellertid observerat, att granens skottsprickning inom det aktuella området sker tidigare än hos tallen. Hos det senare trädslaget äro de enskilda barrparen normalt fortfarande inneslutna i barrslidorna till efter midsommar och det förefaller tvivelaktigt, om den nya generationen barr så särskilt aktivt deltagar i assimilationsarbetet. Man måste sannolikt också räkna med, att den under vegetationsperioden bildade assimilatmassan i år från år mycket växlande omfattning utnyttjas för att bygga upp det aktuella årets årsring.

Medan tallens årsrings- och årsringsindexserier i motsats till granens präglas av autokorrelation, återverkar den år från år varierande produktionen av kott i stället på granens årsringsvariationer. En riklig förekomst av 1-årig grankott medför sålunda lägre årsringsindex än då kottproduktionen varit av normal omfattning (jfr fig. 7). För tall har jag däremot ej kunnat påvisa något signifikant samband mellan kottproduktion och årsringsindex.

För en del år sedan hade jag som forskningsuppgift att söka påvisa samband mellan olika meteorologiska karaktärer och granens årsringsindexserie för de centrala delarna av Norrland. Undersökningen gav därvid klart uttryck för problemets komplexa natur men resulterade väl också i en del positiva erfarenheter.

Undersökningen grundade sig på årsringsmaterial från orörda bestånd, meteorologiska observationer jämte iakttagelser över kottproduktionen inom det aktuella området. Genom matematisk-statistisk bearbetning av undersökningsmaterialet kunde konstateras, att granens årsringsvariationer — uttryckta i form av årsringsindex — i främsta rummet uppvisar en positiv samvariation med lufttemperaturen för tiden mitten av maj — slutet av juli under det kalenderår, då årsringen bildas. En hög värmetillförsel under denna tid medför som regel ett högt värde på årsringsindex och omvänt. Även temperaturförhållandena för tiden mitten av juli — slutet av augusti under det närmast föregående kalenderåret är av betydelse för årsringsbildningen. Sambandet är emellertid i detta fall negativt, varför en hög värmetillförsel under det nämnda tidsavsnittet verkar sänkande på årsringsindex för det närmast efterföljande kalenderåret.

Som särskilt anmärkningsvärt framstår, att hos granen höstveden av allt att döma bildas jämförelsevis oberoende av värmetillförseln under den tid, då höstvedbildningen normalt äger rum, d.v.s. under senare hälften av juli och första hälften av augusti.

Av samtliga de många prövade olika uttrycken för temperaturinflytandet har antalet dagar med en maximitemperatur uppgående till lägst  $+16^{\circ}\text{C}$  under tiden 16 maj — 31 juli befunnits vara starkast korrelerat med granens årsringsindexserie. Denna präglas emellertid som nyss nämnts även av den år från år varierande kottproduktionen, som i sin tur är att anse som i viss utsträckning klimatiskt betingad. En riklig tillgång på 1-årig grankott under det aktuella, liksom även under det närmast föregående kalenderåret medför sålunda en sänk-

ning av årsringsindex jämfört med om kottproduktionen varit av normal omfattning. Mellan nederbörd och årsringsindex har däremot inom det aktuella området endast svaga korrelationer visat sig föreligga, vilket bl.a. bestyrker MIKOLAS (1950) iakttagelser beträffande förhållandena i Finland.

En regressionsanalytisk bearbetning av årsringsindexserien i förening med det meteorologiska observationsmaterialet jämte de tillgängliga uppgifterna på produktionen av 1-årig grankott har resulterat i s.k. klimatfunktioner, enligt vilka årsringsindex approximativt kan beräknas för kända värden på de i funktionen ingående variablerna för meteorologiska data och kottproduktionen. Som exempel kan följande klimatfunktion, som avser trädklasserna 1—3, dvs härskande, medhärskande och behärskade träd, återges:

$$\hat{a}_i = 103.31 + 1.0381 \times n_{t \max 16^\circ} - 3.510 \times k_n - 2.829 \times k_{n-1} - 0.04053 \times \Sigma t_{\max (n-1)} - 0.05918 \times \Sigma N, \text{ där}$$

$\hat{a}_i$  = årsringsindex, %

$n_{t \max 16^\circ}$  = antal dagar under tiden 16/5—31/7, då luftens maximitemperatur varit lägst +16° C,

$k_n$  = kottproduktionen — uttryckt i kottpoäng — för det aktuella kalenderåret,

$k_{n-1}$  = » — » — » — » — » närmast föregående kalenderåret,

$\Sigma t_{\max (n-1)}$  = de summerade dagliga maximitemperaturerna för tiden 16 juli — 31 augusti under det närmast föregående kalenderåret,

$\Sigma N$  = summa nederbörd — uttryckt i millimeter — för tiden 1 december under det närmast föregående kalenderåret fram till den 15 maj under det aktuella.

För att belysa värdet av klimatkorrektioner i samband med produktionsforskning och skogstaxering skall jag nu framlägga några konkreta exempel. Ett av dessa avser en försöksserie i s.k. stavaskog på Bosundets skog inom den nordvästra delen av Västernorrlands län. Med stavaskog avses därvid extremt stamrika, svagt skiktade bestånd av hög ålder och i relation härtill starkt tillbakasatt utveckling. Såväl diameter- som höjdtillväxt är som regel ytterst obetydlig; årsringarna kunna ofta ej urskiljas av obeväpnat öga. I extrema fall kan stamantalet i stavaskog vid en ålder överstigande 100 år uppgå till 20 000—30 000 stammar per ha med en medeldiameter av endast 3—4 centimeter och en så ringa medelhöjd som 3—4 meter. I orörd skick kan därför ett stavagranbestånd närmast betecknas som ett skogligt ekonomiskt impediment.

I försöket ingår två försöksytor med inalles fem avdelningar, av vilka en utgöres av en helt orörd del av det vid försökets anläggning år 1923 omkring 130-åriga stavagranbeståndet (EKLUND 1952). Detta har uppkommit efter brand på 1790-talet och den naturliga besåningen synes ha varit mycket riklig, vilket under de här rådande speciella ståndortsförhållandena lett till uppkomsten av ett exceptionellt stamrikt bestånd av genomgående mycket klenta dimensioner. År 1923 fanns sålunda på den orörda jämförelseytan 27 081 stammar/ha med en grundyta av 21.0 m<sup>2</sup>/ha. Medeldiametern uppgick därvid till endast 3.2 cm.

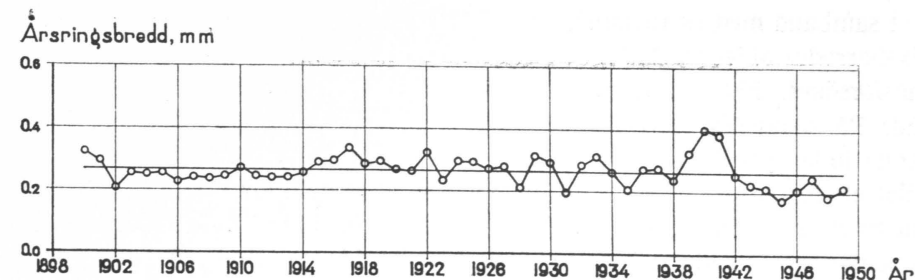


Fig. 9. Årsringsutvecklingen vid bröst höjd under perioden 1900—1949 för gran (39 st. borrhärnor) från den helt orörda delen av gallringsförsöket i stavagranbeståndet på Bosundets skog.

Fig. 9. Development of annual rings at breast height during the period 1900—1949, in spruce (39 cores) from the completely undisturbed part of the thinning experiment in the spruce pole stand at Bosund.

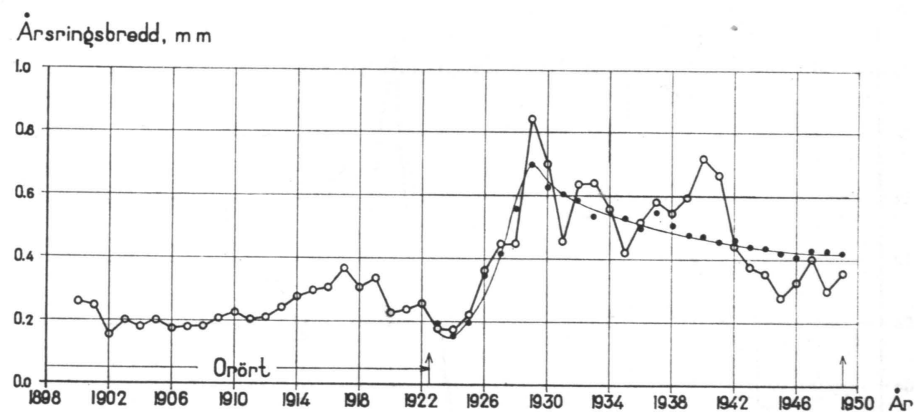


Fig. 10. Årsringsutvecklingen vid bröst höjd under perioden 1900—1949 för gran (42 st. borrhärnor) från den del av gallringsförsöket på Bosundets skog, där stamantalet år 1923 reducerades från 28 957 till 2 507 st./ha. De ofyllda rundlarna markera medelårsringsbredden för olika kalenderår, medan de fyllda återgiva de klimatkorrigerade årsringsbredderna. Den finare heldragna kurvan illustrerar — liksom i fig. 11—13 — gallringsreaktionens schematiska förlopp. Pilarna markera tidpunkten för utförda gallringar.

Fig. 10. Development of annual rings at breast height during the period 1900—1949, in spruce (42 cores) from the part of the thinning experiment at Bosund in which the number of stems was reduced in 1923 from 28 957 to 2 507/ha. The open circles show the average ring width for different years, while the filled circles show the climatically-corrected ring widths. The fine curves illustrate (as in Fig. 11—13) schematically the course of the response to thinning. The arrows indicate the times of thinning.



I samband med en rutinmässig revision av gallringsförsöket hösten 1949 tillväxtborrades objektivt uttagna provträd på de olika avdelningarna inom gallringsförsöket. Fig. 9 anger beståndets årsringsutveckling enligt 39 st. provträd. På sedvanligt sätt fastställdes årsringsindex för perioden 1900—1949. Denna indexserie tillämpades sedan på årsringsvärdena för de gallrade ytorna enligt ett förfaringsätt, som för den 1923 svagast gallrade ytan — 2 507 stammar/ha efter gallring (28 957 st. före) — åskådliggörs i fig. 10. De fyllda rundlarna markera därvid de klimatkorrigerade årsringsbredderna och den finare heldragna kurva, som utjämnar dessa, kan anses illustrera gallringseffekten. Kurvans förlopp påminner därvid starkt om den gallringseffekt, som plägar utmärka skogsgödslade bestånd. Genom den starka reduktionen av stamantalet har man dels i mycket hög grad minskat rotkonkurrensen, dels tillfört marken en kraftig grön-gödsling varigenom sannolikt trädens kväveförsörjning temporärt mycket påtagligt förbättrats och diametertillväxten stimulerats.

Fig. 11 belyser årsringsutvecklingen och »reaktionskurvan» för den avdelning i försöket, där stamantalet i utgångsläget reducerades från 29 388 till 1 538 st./ha. Gallringsreaktionen blir i detta fall avsevärt starkare accentuerad. Fig. 12 där-

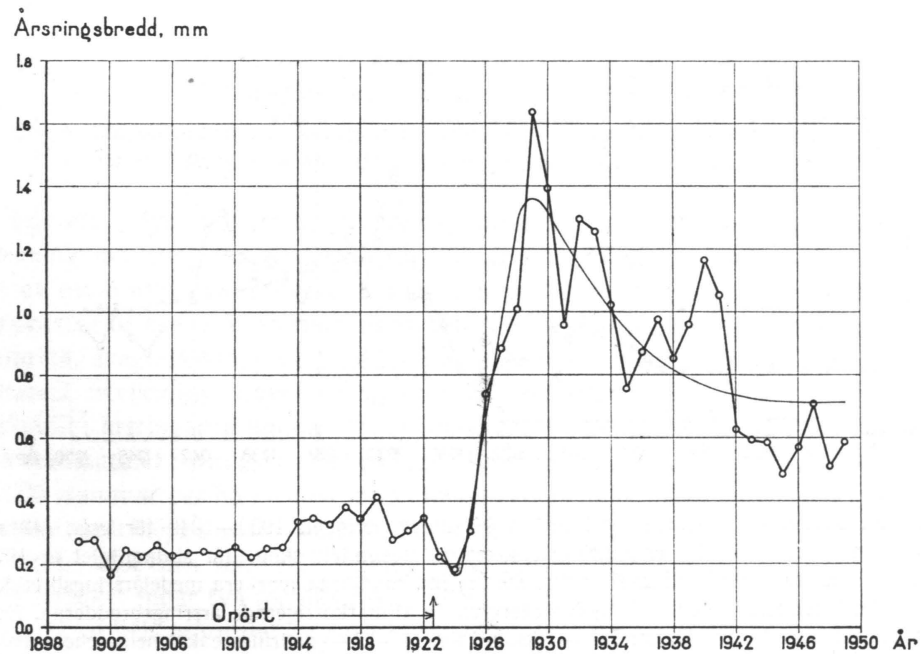


Fig. 11. Årsringsutvecklingen vid bröst höjd under perioden 1900—1949 jämte »reaktionskurvan» för gran (34 st. borrhärnor) från den del av gallringsförsöket på Bosundets skog, där stamantalet år 1923 reducerades från 29 388 till 1 538 st./ha.

Fig. 11. Development of the annual rings at breast height during the period 1900—1949, and the »response curve», in spruce (34 cores) from the part of the thinning experiment at Bosund in which the number of stems was reduced in 1923 from 29 388 to 1 538/ha.

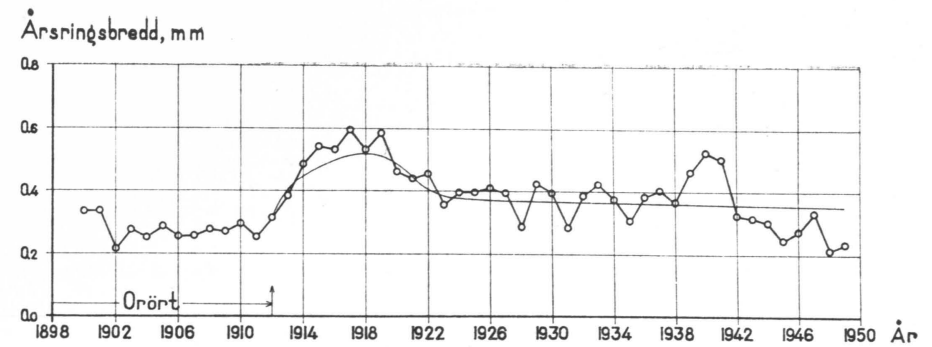


Fig. 12. Årsringsutvecklingen vid bröst höjd under perioden 1900—1949 jämte »reaktionskurvan» för gran (61 st. borrhärnor) från den del av gallringsförsöket på Bosundets skog, där stamantalet 1912 gallrades alltför svagt (från omkring 29 000 till omkring 6 500 st./ha). Fig. 12. Development of annual rings at breast height during the period 1900—1949, and the »response curve», for spruce (61 cores) from the part of the thinning experiment at Bosund which was far too lightly thinned in 1912, being reduced from ca 29 000 to ca 6 500 stems/ha.

emot anger hur föga förhållandena i stavskog förbättras vid svag gallring. Ingreppet skedde här redan 1912 och stamantalet utgjorde 11 år senare 6 525 st./ha, ett stamantal som genom självgallring fram till 1949 reducerades till 6 262 st. Årsringsutvecklingen för den avdelning, där gallring skedde såväl 1912, som 1923, vid vilket senare tillfälle stamantalet minskades från 4 544 till 1 013 stammar/ha, illustreras i fig. 13.

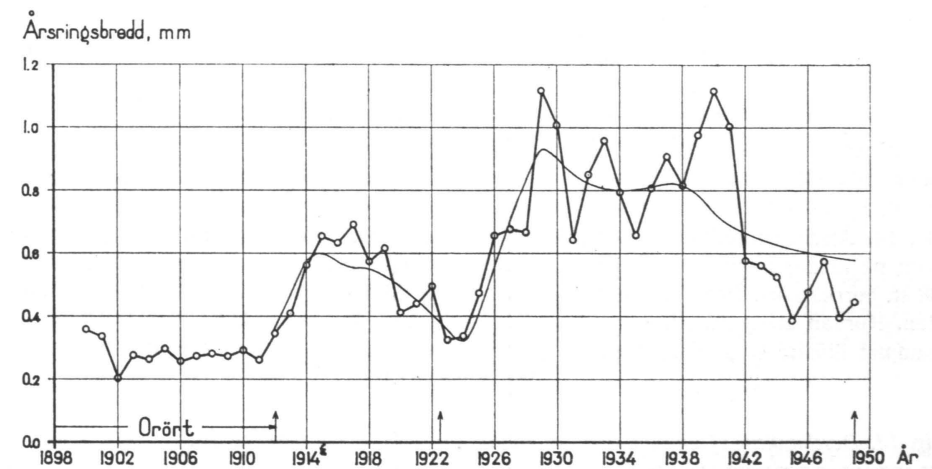


Fig. 13. Årsringsutvecklingen vid bröst höjd under perioden 1900—1949 jämte »reaktionskurvorna» för gran (25 st. borrhärnor) från den 1912 svagt och 1923 starkt gallrade delen av gallringsförsöket på Bosundets skog.

Fig. 13. Development of annual rings at breast height during the period 1900—1949, and the »response curve», for spruce (25 cores) from the part of the stand lightly thinned in 1912 and heavily thinned in 1923 in the thinning experiment at Bosund.

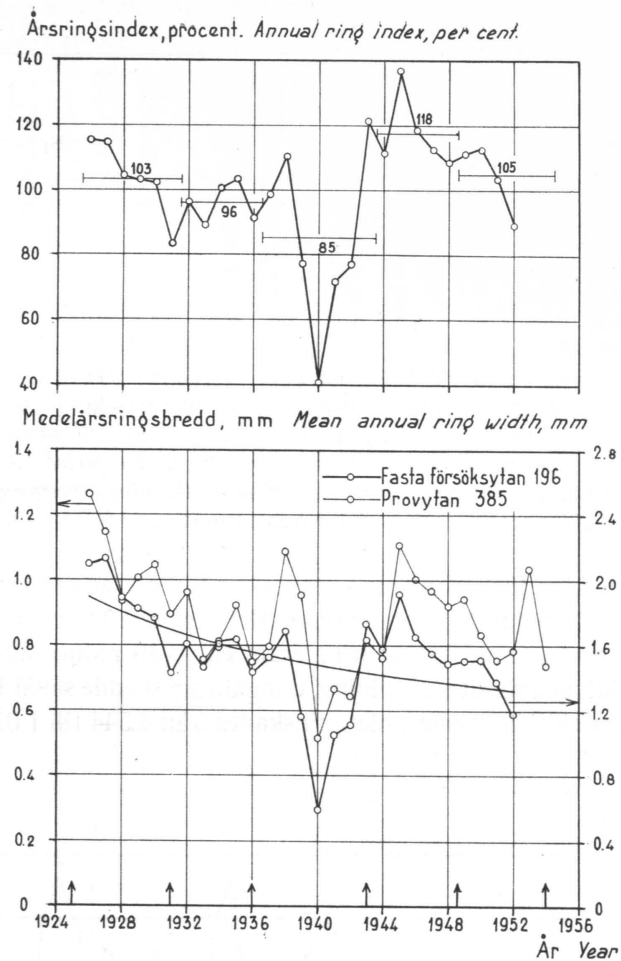


Fig. 14. Årsringsutvecklingen vid brösthöjd under tiden 1926—1952 för dels förbandsförsöket på kronoparken Granvik (80 st. borrkärnor) dels en närbelägen provyta i orörd skog (48 st. borrkärnor). Den högra ordinatan hänför sig till den förra, den vänstra till den senare ytan. Kurvan återger årsringsbreddens åldersavtagande för förbandsförsöket. Det övre diagrammet illustrerar årsringsindex för såväl de enskilda kalenderåren som de aktuella tillväxtperioderna.

Fig. 14. Development of annual rings at breast height during the period 1926—1952, partly for the spacing experiment at Granvik (80 cores) and partly on a nearby sample plot in undisturbed forest (48 cores). The right-hand ordinate refers to the former, the left-hand to the latter, plot. The curve shows the decrease with age of the annual ring width in the spacing experiment. The upper diagram illustrates the annual ring index both for individual years and for the measurement periods in question.

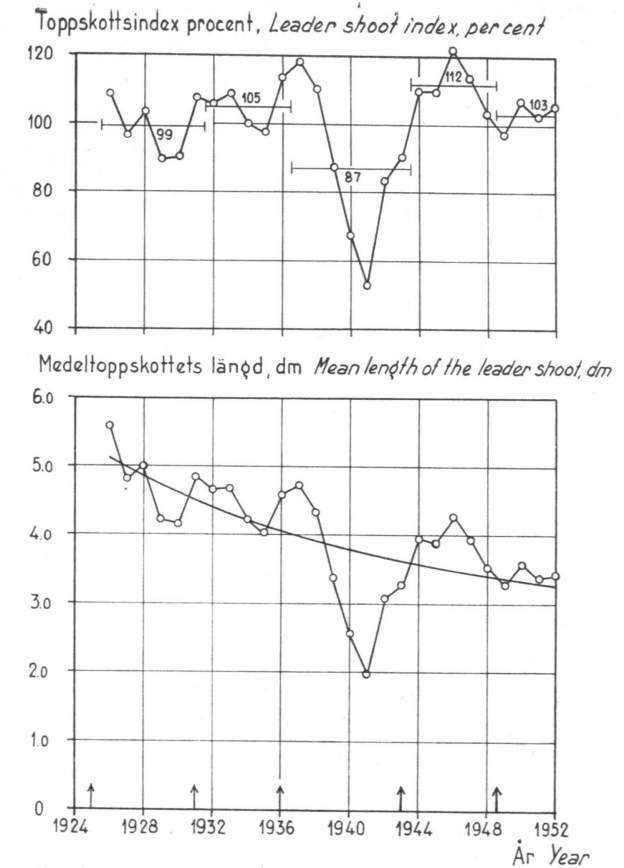


Fig. 15. Toppskottsutvecklingen under tiden 1926—1952 för förbandsförsöket på kronoparken Granvik (80 st. provträd). Kurvan återger medeltoppskottets med stigande beståndsålder avtagande tendens. Det övre diagrammet illustrerar toppskottsindex för såväl de enskilda kalenderåren som de aktuella tillväxtperioderna.

Fig. 15. Development of the terminal shoot during the period 1926—1952 in the spacing experiment at Granvik (80 sample trees). The curve shows the tendency of the average terminal shoot to decrease in length as the stand ages. The upper diagram shows the terminal shoot index both for the individual years and for the measurement periods in question.

Klimatkorrektionen, som utförts icke blott med avseende på radie- utan även på grundytans tillväxt, har i det aktuella fallet bidragit till att underlätta jämförbarheten mellan de olika avdelningarna och tolkningen av gallringsreaktionen. I förbigående kan nämnas, att genom de osedvanligt starka gallringarna det tidigare som skogligt ekonomiskt impediment betraktade beståndet kunnat överföras till ett bestånd med en förhållandevis acceptabel volym- och värdeproduktion.

På kronoparken Granvik, inom den nordöstra delen av Skaraborgs län, helt nära sjön Vätterns nordvästra strand, disponerar skogshögskolan ett av de få i vårt land förekommande äldre förbandsförsöken i tallskog. Årsringsutvecklingen för 80 st. provträd från denna försöksyta — som numera omfattar rutsådd i 1.0 och 1.5 meters förband och plantering i 0.75, 1.25, 1.5 och 3.0 meters kvadratförband — illustreras i fig. 14, som även upptager årsringsutvecklingen för 48 st. träd i ett orört tallbestånd, beläget omkring 9 km från försöksytan. Överensstämmelsen mellan de båda årsringsserierna är god, varvid är att märka, att förbandsförsöket varit föremål för upprepade gallringsgrepp. På grund av årsringsseriernas synkrona förlopp har årsringsindexserien beräknats med ledning av årsringsmaterialet för förbandsförsöket. I anslutning till indexserien har medelårsindex i form av horisontella streck inritats för de perioder, för vilka beräkningen av de olika avdelningarnas tillväxt genomförts. Även i detta fall har klimatkorrekturen i hög grad ökat jämförbarheten mellan dessa, vilket framgår av nyssnämnda figur.

Enligt fig. 15 uppvisar även den genomsnittliga längden av toppskotten, som grundar sig på individuella toppskottmätningar på samtliga de 80 provträden, starka årliga variationer. Till stor del måste dessa anses förorsakade av växlingar i väderleken. Man kan vid jämförelse mellan den nyss visade bilden över årsringsutvecklingen och toppskottsserien konstatera starkt överensstämmande drag, som emellertid bli särskilt framträdande, då toppskottsserien förskjutes ett år tillbaka i tiden i förhållande till årsringsserien. Med ledning av såväl årsringsindex- som toppskottsindexserierna har volymtillväxtens olika komponenter kunnat korrigeras i anslutning till en mera normal nivå, vilket ökat jämförbarheten mellan olika beståndskarakterer för de skilda avdelningarna och därmed även tolkningen av undersökningsresultaten.

I många fall kan skadegörelsen genom blad- eller barrätande insekter spåras i årsringsutvecklingen. Ett klassiskt exempel härpå är, då ekens krona helt eller delvis kaläts vid angrepp av ekvecklaren (*Tortrix viridana* L.) med resultat att s.k. falska årsringar bildas. Sommaren 1960 pågick en omfattande härjning av röda tallstekeln (*Neodiprion sertifer* Geoffr.) inom ett område norr om staden Västervik på svenska Ostkusten. En av skogshögskolan utförd inventering i form av provytetaxering utvisade, att tallbestånden på en sammanlagd skogsmarksareal av omkring 5 000 ha voro starkt angripna. I samband med inventeringen insamlades ett omfattande material av borkkärnor från träd, som varit utsatta för angrepp av röda tallstekeln dels två somrar i följd (524 st. borkkärnor) dels endast under sommaren 1961 (240 st. borkkärnor). Dessutom insamlades ett kontrollmaterial om 136 st. borkkärnor från tallar, som enligt vad som kunde konstateras från marken ej varit utsatta för angrepp.

Borkkärnmaterialet, som genomgående avsåg brösthöjd, mättes rutinmässigt varefter årsringsindex beräknades för en 15-årsperiod. Årsringsindex framgår av fig. 16, som utvisar att den största överensstämmelsen råder mellan den grupp av träd, vilken endast varit utsatt för angrepp under år 1961 och kontrollträden.

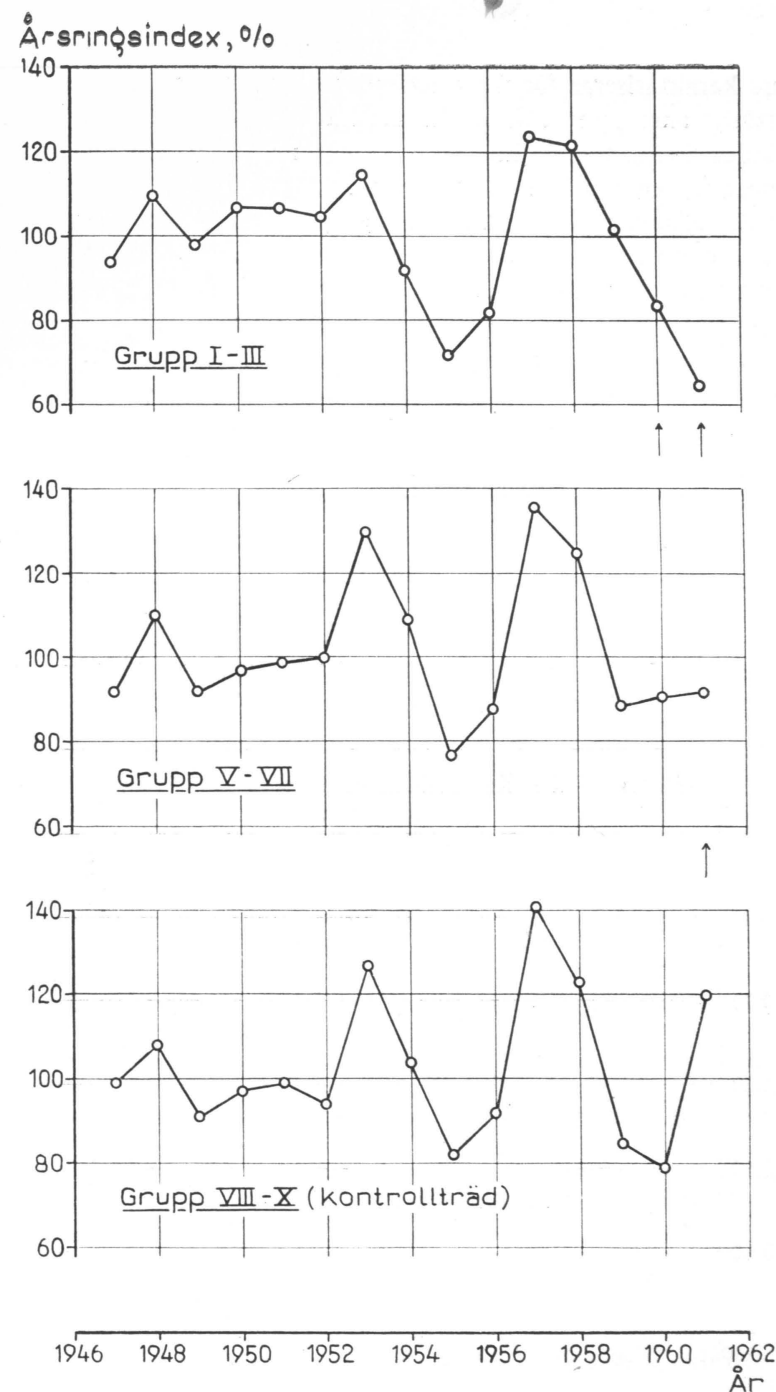


Fig. 16. Det övre och mellersta diagrammet återger årsringsindex för tallar, som varit utsatta för tvåårigt, respektive ettårigt angrepp av röda tallstekeln (*Neodiprion sertifer* Geoffr.). Det undre diagrammet anger årsringsindex för tallar, som bedömts varit intakta för angrepp. Observera hur det tvååriga angreppet resulterar i en mycket markerad minskning av årsringsindex, särskilt under det andra angreppsåret.

Fig. 16. The upper and the middle diagrams show the annual ring index for pines attacked for two years and one year, respectively, by the pine sawfly (*Neodiprion sertifer* Geoffr.). The lower diagram shows the annual ring index for pines considered to be untouched by the attack. Note how the two-year attack resulted in a very marked decrease in the annual ring index, especially during the second year.

De senare karaktäriseras för detta kalenderår av årsringsindex 120 %, medan de för ettårigt angrepp utsatta träden har index 92 och de för tvåårigt angrepp utsatta index 65 %. Fig. 17 illustrerar kvoten mellan årsringsindexserierna för de angripna träden och kontrollträden. Enligt det föregående medför angrepp av den röda tallstekeln i första hand skadegörelse på fjolårets barr uppsättning. Skadegörelsen på fjolårsbarren äger huvudsakligast rum under senvåren och försommaren således under en tid, då årsbarren ännu ej äro färdigbildade eller alltjämt äro inneslutna av barrslidorna. Den assimilatsmängd, som under denna tid tillskapas hos tallen, synes därför ej spela lika avgörande roll för årsringsbildningen vid brösthöjd som de assimilatsmängder, vilka alstras under medver-

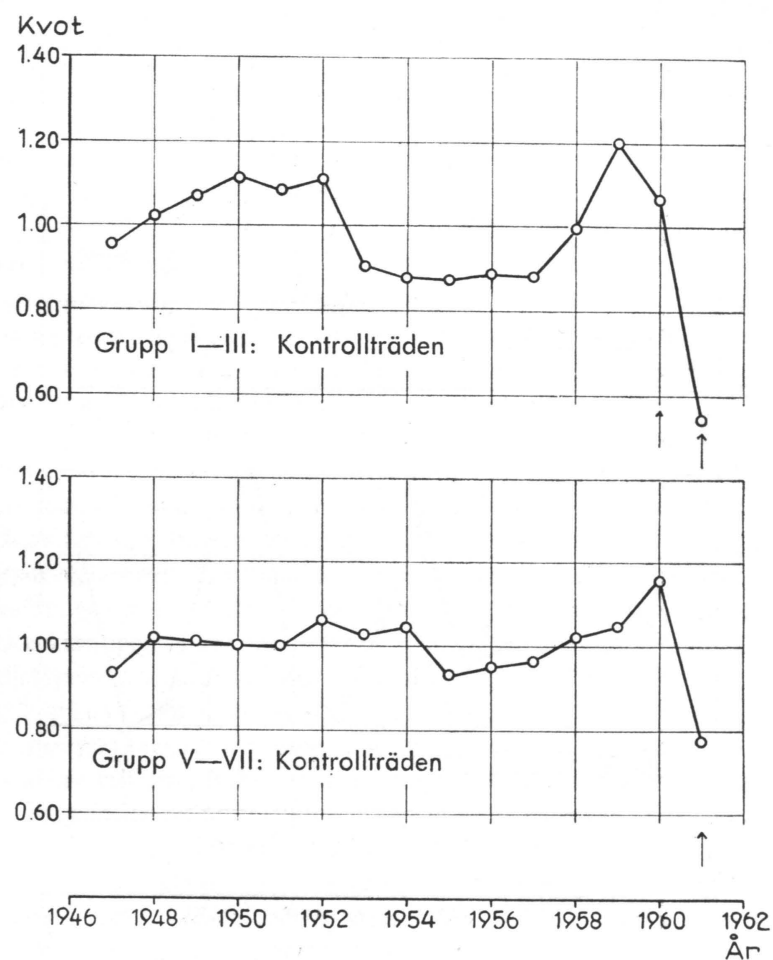


Fig. 17. Kvoten mellan årsringsindex enligt fig. 16. De ogynnsamma verkningarna av den röda tallstekelns skadegörelse under två, respektive ett kalenderår framträder mycket åskådligt.  
Fig. 17. Ratio between the annual ring indices in Fig. 16. The deleterious effects of the *Neodiprion sertifer* damage during two years and one year, respectively, are very clear.

kan av fjolårets barr uppsättning. Det är ju i första hand denna, som reduceras vid angrepp av den röda tallstekeln.

Det har tidigare framhållits att tallens årsringsbildning sker genom inflytande av autokorrelation. Eftersom skadegörelsen av den röda tallstekeln medför en mer eller mindre stark reduktion av fjolårets barrmassa reduceras av allt att döma det autokorrelativa inflytandet, varvid tallen i stället blir mera beroende av de assimilatsmängder, som — ehuru i jämförelsevis begränsad omfattning — bildas av årsskottens barr liksom även av den två år äldre barr uppsättningen. Då vid ett tvåårigt angrepp av den röda tallstekeln även denna barrmassa mer eller mindre fullständigt reduceras, nedsättes ytterligare trädens möjligheter att bilda assimilats för bl.a. årsringsbildningen, vilket ger sig tillkänna i en än mera påtaglig minskning av diametertillväxten. Om skadegörelsen skulle pågå ännu något år, har man anledning räkna med en ytterligare, nu sannolikt mycket påtaglig, nedgång av tillväxten. Tallarnas kondition och tillväxtförmåga torde för övrigt då vara så nedsatt, att de förhållandevis lätt falla offer för andra skadeinsekter eller drabbas av svampsjukdomar.

Min föreläsning skulle jag vilja avsluta med att citera författaren och humoristen SAMUEL CLEMENS, mera känd under namnet MARK TWAIN, som i ett inspirerat ögonblick lär ha fällt det bevingade ordet: »Alla talar om vädret, men ingen gör något åt det». Som skogsman skulle jag vilja travestera detta uttalande till: »Vi kan inte gärna göra något åt vädret, men vi ha all anledning taga hänsyn till dess återverkningar på skogens tillväxt».

#### CITERAD LITTERATUR

- EKLUND, Bo. 1952. Fortsatta studier över ett gallringsförsök i stavagranskog. Medd. fr. Stat. skogsforskn. inst., Bd 41: 10.  
HUSTICH, I., und ELFRING, G. 1944. Die Radialwachsvvariationen der Waldgrenzkiefer. — Soc. Scient. Fenn. Comm. Biol. IX, 8.  
ILVESSALO, YRJÖ. 1942. Suomen metsävarat ja metsien tila. II valtakunnan metsien arviointi. Communicationes Forestalis Fenniae 30.  
MIKOLA, PEITSA. 1950. Puiden kasvun vaihteluista ja niiden merkityksestä kasvututkimuksissa. Communicationes Forestalis Fenniae 38. 5.

#### SUMMARY: ANNUAL VARIATION OF INCREMENT IN PINE AND SPRUCE

This lecture discusses the problem — of significance in Forest Mensuration — of the annual variation of increment in pine and spruce, and the importance of considering this problem. A newly constructed instrument for field measurement of annual rings is described, as also the latest of the Royal College of

Forestry's series of machines for annual ring measurement. The method of constructing an »annual ring index» is also mentioned. Examination of much material from undisturbed stands in northern Sweden has shown that the annual ring index series for pine are characterised by a relatively marked autocorrelation, which increases with latitude, implying that the annual ring index for a given calendar year is positively correlated with that for the year immediately preceding it. However, this seems not to be so in spruce, in which the annual ring index series is marked by the effect of the changes in cone production from year to year. The annual ring index for spruce may be expressed in the form of »climatic functions», according to which the index can be approximately calculated for known values of the meteorological variables contained in the function, in association with numerical expressions for the cone production. By means of a number of examples illustrating annual ring series from thinned stands, it is shown finally how the response to thinning can be presented in a more essential form from the variations in the annual rings, and how »climatically corrected» increment can be determined.