

Om tidpunkten för den årliga
diametertillväxtens avslutande hos tall
och gran

*On the Date of Completion of Annual Diametral Growth
in Pine and Spruce*

av

SVEN-OLOF ANDERSSON

MEDDELANDEN FRÅN
STATENS SKOGSFORSKNINGSINSTITUT
BAND 43 · NR 5

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

	Sid.
Inledning.....	3
Materialiet	3
Årsringsmätningen	5
Bearbetningen	6
Resultat.....	11
Inflytande av breddgrad och höjd över havet	19
Resultatens tillförlitlighet	24
Sammanfattning	26
Summary	26
Anförd litteratur	27

Inledning

Undersökningens ändamål har varit att i någon mån utröna hur länge tillväxten hos våra barrträd tall och gran pågår på hösten. Den tillväxt, som här avses, är diametertillväxten inom bark. Höjdtillväxten har tidigare varit föremål för undersökning, bl. a. av HESSELMAN (1904), CIESLAR (1907), WALLÉN (1917), LAITAKARI (1920), ROMELL (1925) och BURGER (1926). Flera av dessa forskare ha även studerat diametertillväxten men härvid huvudsakligen uppehållit sig vid klimatets inflytande på dess storlek samt vid tidpunkten för dess början på våren.

Kännedomen om tillväxtperiodens längd är en nödvändig förutsättning för studium av klimatets inverkan på årsringsbildningen. Föreliggande undersökning har utförts som ett led i den klimatundersökning, som bedrivs vid skogsforskningsinstitutet.

Även vid provyteundersökningar, som gå ut på att fastställa tillväxten genom periodvis återkommande uppskattningar (revisioner), är det av största vikt att känna tidpunkten för tillväxtens början och avslutning. I fall revisionerna göras, medan tillväxten pågår, bli nämligen jämförelser mellan tillväxtbeloppen under skilda perioder missvisande.

I det praktiska skogsbruket är frågan om tillväxtperioden betydelsefull i samband med bedrivandet av taxeringar, som i regel leda till jämförelser med enligt tidigare taxeringar erhållna förrådssiffror. Jfr. Petrini (1942).

Materialet

Det material, som ligger till grund för beräkningarna, utgöres av årsringsmätta borrhspån, vilka tagits ur provträd av tall och gran på skogsforskningsinstitutets tillfälliga provytor i orörd skog. Utläggandet av dessa provytor påbörjades år 1941 och pågick t. o. m. 1949, varför material insamlat under 9 år finnes tillgängligt. På grund av att sådana provytor under åren 1947—49 endast utlagts i mindre omfattning, har föreliggande undersökning inriktats på åren 1941—46, inalles 6 år.

Borrhspånen äro tagna på 1,3 meters höjd över marken. På grund av knapphet i materialet för augusti—september år 1942 ha för detta år utöver brösthöjdsspånen ett fåtal borrhspån, uttagna på 10 % av trädhöjden, använts vid mätningen.

De träd, från vilka borrhspån hämtats, voro tack vare principerna för provträdsuttagningen fria från allvarligare defekter. Som borrhspånsprovträd ha

sålunda uteslutits träd med bl. a. följande skador och sjukdomar: stambrott, snöböjning, toptorka, missbildningar i brösthöjd, insektsskador, kräfta, röta och peridermium. Provträdens årsringsutveckling kan därför anses ha förlöpt utan störande inflytelser från ovan uppräknade defekter.

Granmaterialet är hämtat från 203 och tallmaterialet från 140 provytor, spridda över hela landet från Malmöhus till Norrbottens län. Flera av dessa äro blandskogsytor och ha utnyttjats för både gran och tall. Provytorernas antal och fördelning på de olika länen framgår av följande tabell.

Tab. 1. Provytorernas fördelning på län
Number of sample plots in different provinces

Län Province	Gran Spruce						Tall Pine					
	1941	42	43	44	45	46	41	42	43	44	45	46
Malmöhus.....			2							2		
Kristianstads.....			3			1				2		
Blekinge.....	2	1				1	3	2				
Hallands.....		2	7	5				2	4	1		
Kronobergs.....		1	2			1			3			1
Kalmar.....	2	3				1	5	3				1
Göteborgs o. Bohus'...		8	1					2				
Älvsborgs.....		2		6				3		2		
Skaraborgs.....			3	1					4	1		
Jönköpings.....	3	2	4				3	2	3			
Östergötlands.....	1						1			1		
Värmlands.....						4		2				3
Örebro.....			11						5			
Västmanlands.....	11	2					11	2				
Södermanlands.....				2						6		
Stockholms.....												
Uppsala.....										1		
Kopparbergs.....	11	2		2		3	6	2		2		4
Gävleborgs.....				5		1				6		
Jämtlands.....				1	12	4				1	6	
Västernorrlands.....				2	13					1	1	
Västerbottens.....					37	2					11	2
Norrbottens.....					4	9					7	10
Summa Sum	30	23	33	24	66	27	29	20	23	22	25	21

På grund av att orörda provytor årligen ej utlagts i varje län, äro exempelvis åren 1941, 1942 och 1943 ej företrädda i Norrland, medan materialet för år 1945 endast utgöres av norrländska provytor. Åren 1944 och 1946 omfatta provytor både i södra och norra delen av landet. Genom en speciell bearbetning av delar av materialet — vilken redovisas i det följande — har emellertid ingenting framkommit, som tyder på att breddgrad eller höjdläge skulle ha något nämnvärt inflytande på tidpunkten för årsringsbildningens avslutande.

Däriigenom skulle det icke vara nödvändigt att strängt begränsa resultaten till de landsdelar, varifrån materialet ett visst år är insamlat.

Att trädmaterialet uteslutande hämtats från orörd skog måste innebära stora fördelar vid jämförelsen mellan årsringar bildade under en följd av år. Gallringens störande inflytelser på årsringsutvecklingen kommer man nämligen härigenom ifrån, även om den senare icke får anses helt opåverkad, t. ex. i någon mån av självgallring och vindfällning.

Följande fråga är emellertid befogad: Kan man anse, att de här framkomna resultaten även gälla för gallrad skog, oaktat materialet uteslutande är hämtat från orörd skog? ROMELL har i sin växttidsundersökning å tall och gran behandlat detta spörsmål. I en undersökningsserie från Hoting i Ångermanland omfattande fyra provytor i tallskog, av vilka två voro hårt gallrade och två orörda, studerades diametertillväxten genom borrning under de tre åren 1921—1923. Någon tydlig skillnad i tidpunkt för diametertillväxtens början och varaktighet på gallrade och ogallrade ytor visade sig icke föreligga.

Stavaskogarna bortse vi från i detta sammanhang.

Årsringsmätningen

Mätningen av borrspånen har skett med skogsforskningsinstitutets årsringsmätningssmaskiner, och den har huvudsakligen bedrivits vid en förstoring i mikroskopet av 20 ggr. Årsringsbredden har registrerats i 100-dels mm. För undersökningen har bearbetats material, som mätts med en uppdelning av årsringarna i höstved och vårved, varvid gränsen mellan dessa årsringselement förlagts enligt MORKS definition. Denna säger, att till höstved skall hänföras den del av årsringen, där cellhållighetens vidd i radiell led är konstant mindre eller lika med $2 \times$ bredden av den gemensamma cellväggen. För tall och gran sammanfaller i stort sett denna gräns med gränsen mellan den ljusa och den brunfärgade delen av årsringen. I praktiken är det denna färggräns, som blir utslagsgivande vid gränsdragningen i mikroskopet, emedan det vid 20 ggr förstoring är svårt att bedöma cellhålligheternas vidd i förhållande till cellväggarnas bredd. Mätning vid starkare förstoring är ej praktiskt genomförbar i stor skala, emedan måthastigheten avsevärt nedsättes på grund av synfältets förminskning.

Undersökningen baserar sig huvudsakligen på en jämförelse mellan höstvedsprocenter under olika år.

Då tjurved uppträder i en årsring, blir höstvedsprocenten abnormt stor, genom att tjockväggiga celler registreras som höstved. En jämförelse mellan tjurvedringar och normala årsringar är för detta ändamål missvisande. Borrspån med tydlig tjurved ha därför uteslutits ur materialet.

Under beräkningen av höstvedsprocenterna framkommo för en del provytor procentvärden, som föreföllo abnormt små eller stora i förhållande till

det övriga materialets värden. Borrspånen från dessa provytor ha då framtagits ur arkivet och kontrollmätts vid 60 ggr förstoring. MORKS definition har härvid uteslutande fått ligga till grund för gränsdragningen mellan höst- och vårved. Resultaten från dessa kontrollmätningar ha ej sällan blivit avvikande från dem som erhållits vid den ursprungliga mätningen, vid vilken i stort sett den bruna delen av årsringen hänförts till höstved och den ljusa till vårved. Särskilt vid mätning av borrspån från södra Sverige ha differenserna kunnat bli avsevärda, beroende på att de celler som bildats under augusti månad haft höstvedens rödbruna färg men ofta vårvedens stora cellhåligheter.

Detta problem har även behandlats av WIKSTEN (1945), vilken undersökt höstveden med utgångspunkt från cellens tangentiella och radiella tvärsnitt. WIKSTEN rekommenderar att använda förhållandet mellan längden av dessa tvärsnitt som komplettering till gränsdragningen enligt MORK i de fall, då förhållandet mellan cellhåligheten och gemensamma cellväggen icke nedgår till värdet 2,0.

Bearbetningen

Den tidpunkt, då höstveden och följaktligen hela årsringen är färdigbildad för året, har fastställts genom att för sista årsringen på borrspån från olika provytor beräkna höstvedsprocenten och på ett diagram studera dess storlek under vegetationsperioden. När denna höstvedsprocent börjar visa sig konstant, m. a. o. när dess successiva ökning upphört, måste årsringens tillväxt anses avslutad för ifrågavarande vegetationsperiod, och ett ungefärligt datum härför kan avläsas på en tidsskala. Varje provträd i föreliggande material är borrarat endast vid ett tillfälle, men man kan studera den genomsnittliga höstvedsprocentens ökning under hela vegetationstiden, tack vare att flera arbetslag vid institutet i regel samtidigt varit sysselsatta med uppskattningar av provytor i orörd skog, så att borrspån finnas insamlade kontinuerligt från omkring 1 juni till in i oktober och vissa år november månad. Fig. 1 visar ett foto av de sista årsringarna på ett borrspån av en tall från Västerbottens län, borrarad den 3 augusti 1945. Som synes är större delen av årets höstved redan utbildad.

Den här använda höstvedsprocenten kan definieras som höstvedens bredd i % av hela årsringens. Den är alltså ingen volymprocent men lämpar sig väl för denna undersöknings ändamål.

För att lätt kunna erhålla värden å höstvedsprocenten för de uppmätta årsringarna har en procenttabell utarbetats med ingång efter höstvedens respektive vårvedens bredd, vilka mått äro registrerade i mätningsprotokollen. Emedan höstvedsprocentens storlek varierar starkt från träd till träd på samma provyta under samma år, har här ett medelvärde för hela provytan beräknats,

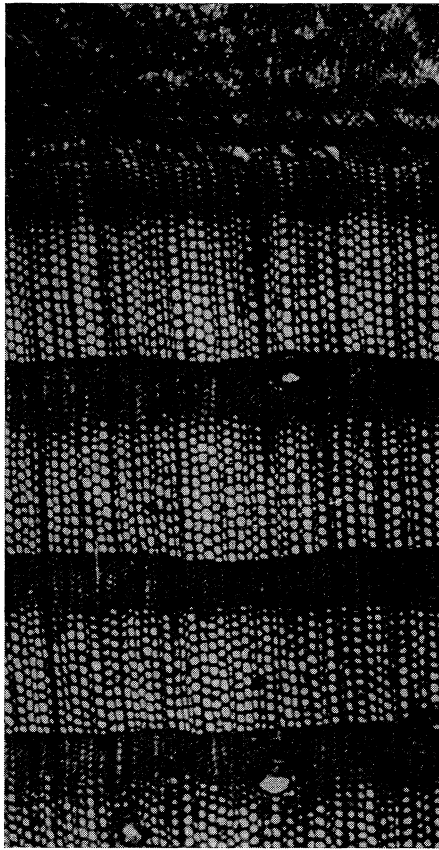


Foto: A. Käärik.

Fig. 1. Tvärsnitt av de sista årsringarna på borrspån av tall, borrad den 3 augusti 1945. Årets höstved är nästan färdigbildad.

Cross-section of the last annual rings in an increment core from a pine, bored on the 3rd of August, 1945. The summer-wood of the year is almost completed.

varvid i genomsnitt 6,3 träd per yta ingått i beräkningen. Trädmaterialet på ytor med påbörjad höstvedbildning utgöres av mer än 1 800 stammar.

Som bekant håller ett senvuxet, finringat träd i regel större procent höstved än ett frodvuxet. För att göra jämförelsen mellan höstvedsprocenterna oberoende av trädens årsringsbredder ha relativa höstvedsprocenter beräknats. Den sist avsatta årsringens höstvedsprocent har härvid ställts i relation till medeltalet av procenterna för de tre föregående åren.

För att klargöra beräkningsmetodens tillämpning lämnas följande exempel från ett borrspån. De fyra sist avsatta årsringarna på ett träd hålla följande bredder i 100-dels mm, varvid en uppdelning på höstved och vårved skett. Under siffrorna för årsringen anges motsvarande höstvedsprocent.

Tab. 2. Beräkningsexempel från ett borrhspån.
Scheme of calculating summer-wood percentage.

	1946		1945		1944		1943	
	höst- ved summer wood	vår- ved spring wood	höst- ved summer wood	vår- ved spring wood	höst- ved summer wood	vår- ved spring wood	höst- ved summer wood	vår- ved spring wood
Bredd i 100-dels mm..... Width, hundredth of mm	7	48	12	40	9	44	15	54
Höstvedsprocent..... Summer-wood percentage	13		23		17		22	
Medeltal..... Average					21			

Det sista årets höstvedsprocent är som framgår 13, och medeltalet av de tre föregående årens, avrundat till hela %, är 21. Den relativa höstvedsprocenten blir i detta fall $\frac{13 \cdot 100}{21} \% = 62 \%$. Procentvärden från enstaka träd variera givetvis starkt. Men när medeltal från flera träd på en provyta användas och sedan värden från flera provytor sammanställas, framträder tillväxtens gång ganska tydligt. Den genomsnittliga, relativa höstvedsprocenten för träden från en provyta är ju medeltalet av de enskilda trädens procent-

Tab. 3. Exempel på beräkningen av relativ höstvedsprocent för en provyta.
Example on the computation of relative summer-wood percentage for a sample plot.

Träd nr Tree no	Höstvedsprocent Summer-wood percentage.	
	sista årets last year	medeltal av de tre föregående årens mean from the three previous years
1	25	27
2	20	28
3	32	33
4	25	29
5	35	35
6	36	36
7	13	27
Medeltal Average	26,6	30,7
Relativ % Relative %	87	

värden. För att slippa räkna ut alla dessa procenter har beräkningen av provytans relativa höstvedsprocent utförts på följande, något approximativa sätt. Trädens enkla höstvedsprocenter ha summerats, dels den sista årsringens, dels medelvärdet från de tre föregående årsringarna. Genom att sätta dessa summer eller deras medeltal i förhållande till varandra har en slags relativ höstvedsprocent erhållits. Tillvägagångssättet framgår av exemplet i tab. 3. Siffrorna äro hämtade från provyta nr 1282 i Västerbottens län, borrade den 3/8 1945, och avse sju tallar. Variationen i procentvärdena är till stor del en följd av trädens olika årsringsbredder.

Innan detta förenklade beräkningssätt började tillämpas, kontrollerades dess användbarhet genom jämförelse med den vanliga metoden. Granmaterialet för år 1946 bearbetades för detta ändamål enligt båda metoderna. De på diagram inprickade punkterna utjämnades, som senare beskrives, genom gruppmedeltalsberäkning. Vid en jämförelse mellan punktdiagrammen, vilka erhållits genom de två något olika beräkningssätten, visade det sig, att gruppmedeltalens placering blivit nästan exakt densamma i båda fallen. Någon minskning av variationen eller ännu mindre någon systematisk avvikelse i den sedan uppritade kurvans sträckning erhöles följaktligen ej genom att an-

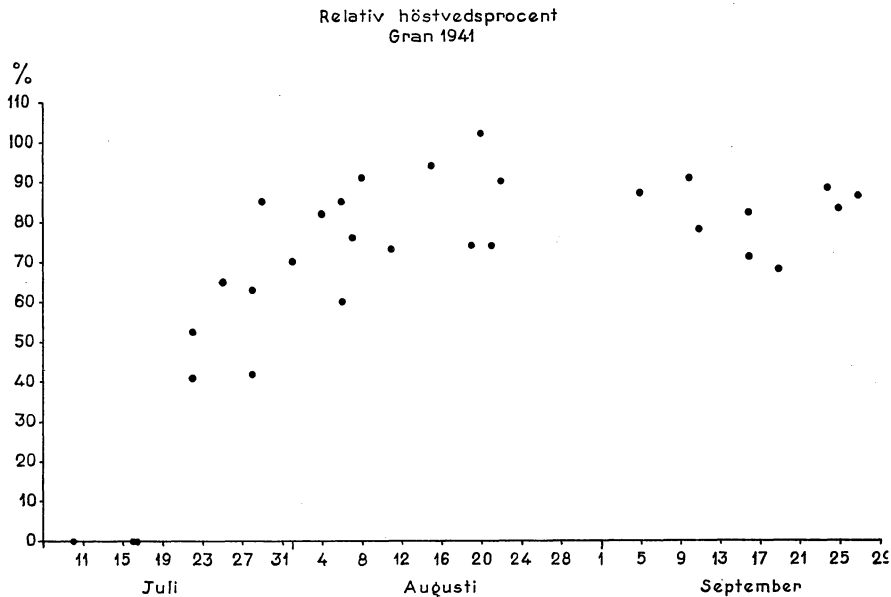


Fig. 2. Relativ höstvedsprocent hos sista årsringen på gran från provytor, borrade den 10 juli—27 september, 1941.

Relative summer-wood percentage in the last annual ring of spruce from sample plots, bored between July 10—September 27, 1941.

vända den noggrannare beräkningsmetoden. Materialet i övrigt har därför bearbetats på det sätt, som visas i tab. 3.

Det erhållna värdet på relativa höstvedsprocenten för varje provyta har som antytts inlagts på ett diagram (se fig. 2). Ett sådant har uppgjorts för vart och ett av åren 1941—1946, för varje år ett för tall och ett för gran, alltså inalles 12 stycken. I diagrammens koordinatsystem är tidsskalan lagd utefter abskissaxeln och procentskalan efter ordinataxeln.

För procentvärdena har sedan beräknats gruppmedeltal, varvid provytor, borrade under tidsperioder av 10 dygn, sammanförts. Den första perioden har fått omfatta tiden 7—16 juli, den andra 17—26 juli o. s. v. Före den 7 juli har nämligen höstveden med säkerhet ej börjat bildas. Det föreligger ibland många observationer där höstved saknats. Tiden har ej medgivit att alla dessa mätningar kontrollerats. Kontroll har endast utförts, där höstved ej registrerats trots onormalt sen tidpunkt på året. De här bearbetade årsringsmätningarna ha ju ej gjorts med tanke på föreliggande undersökning. På de provytor, där höstved nätt och jämnt börjat bildas, ha troligen eventuella cellrader höstved ibland fått följa med vårveden i protokollet, i synnerhet som övergången till höstved är ganska omärklig. Observationer med låg höstvedsprocent äro också fåtaliga i diagrammen. Några av de senast daterade nollpunkterna skulle m. a. o. rätteligen ligga ovanför 0-procentlinjen. Om vi å andra sidan tänka oss en fortsättning av diagrammet under denna linje, där man alltså kunde ha en motsvarande procentskala för vårveden, skulle våra tidigast daterade nollpunkter sannolikt ligga under 0-linjen. Vårveden för dessa provytor är i de flesta fall ej färdigbildad. Medelläget av dessa nollpunkter torde därför bäst motsvara verkligheten, vilket beaktats vid den sedermera utförda kurvdragningen. Det har ansetts befogat att lämna de allra tidigaste nollobservationerna utan avseende. Med tanke på det ovan sagda bör man betrakta de data, som på kurvorna avläsas för höstvedbildningens början, som ungefärliga, men de ha ej heller så stort intresse för undersökningens ändamål.

För kurvornas uppritning har först den genomsnittliga procentnivån för den fullbildade höstveden bestämts. Detta har skett genom att beräkna medelvärdet för de provytopunkter, som på diagrammet klart representera tiden efter tillväxtens upphörande. Den så bestämda nivån för den slutliga höstvedsprocenten har uppritats som en horisontell linje, varefter kurvan fullbordats genom en enkel grafisk utjämning. Dessa kurvor möjliggöra ett bestämmande av tillväxtperiodens avslutning för det ifrågavarande året. Med det sistnämnda menas här endast, att vedcellerna till antal och yttre dimension äro färdigbildade. Detta utesluter icke, att förvedningen kanske kan pågå efter den tidpunkt, som här bestäms. Vidare fortsätter kambiet att utåt bilda barkceller, tills temperaturen blir alltför låg.

Resultat

Med hjälp av kurvorna över den relativa höstvedsprocenten kunna som nämnts data för höstvedbildningens början och avslutning, den senare liktydig med diametertillväxtens (inom bark) avslutning, avläsas på tidsskalan. Där kurvan skär absciss-axeln avläsa vi tidpunkten för höstvedbildningens början. Studera vi exempelvis kurvan för gran år 1941 å denna sida, bestämma vi detta förstnämnda datum till omkring den 14 juli (varje intervall på tidsskalan omfattar som synes 4 dygn). I mitten av juli har alltså granen börjat bilda höstved år 1941. När höstveden utvuxit till definitiv storlek, visar höst-

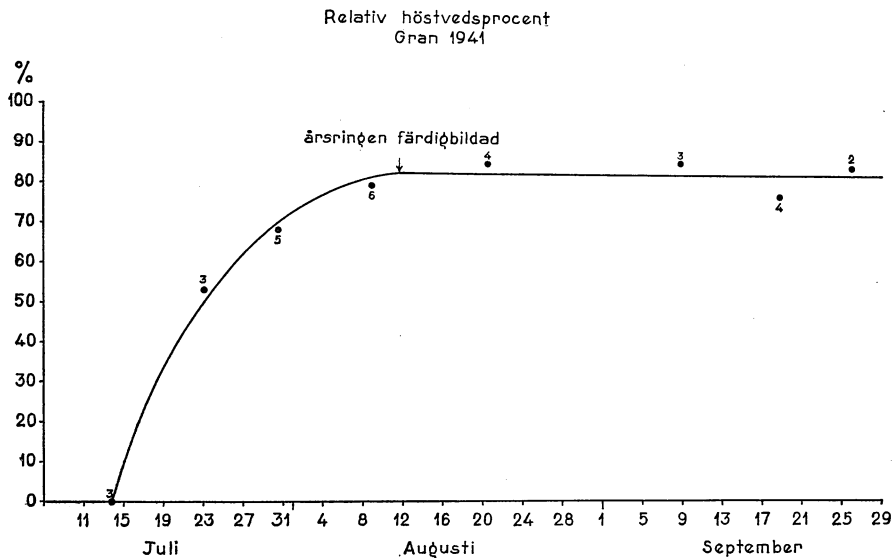


Fig. 3. Samma material som i fig. 2. Kurva uppritad efter gruppmedeltal.
Same material as in Fig. 2. The curve has been drawn on the basis of group averages.

vedsprocenten givetvis icke längre någon ökning. Kurvan, som hittills varit uppåtgående, övergår nu i det horisontella stadiet, och tidpunkten för vedbildningens upphörande kan avläsas på tidsaxeln under den punkt på kurvan, där dess krökning upphör. I föreliggande exempel, gran år 1941, bestämma vi detta datum till omkring den 11 augusti.

Det är givetvis för dateringen ganska känsligt hur kurvans övergång i rät linje här uppritas. Man får nog också anse, att en tidpunkt, bestämd på en vecka när, har tillräcklig praktisk noggrannhet, emedan tillväxtens upphörande hos enskilda träd inom samma bestånd har en viss variation. Sedan tillkommer den lokala variationen mellan olika platser inom landet. Med några få undantag lämna kurvpunkterna så god ledning för kurvans uppritande, att ett fel

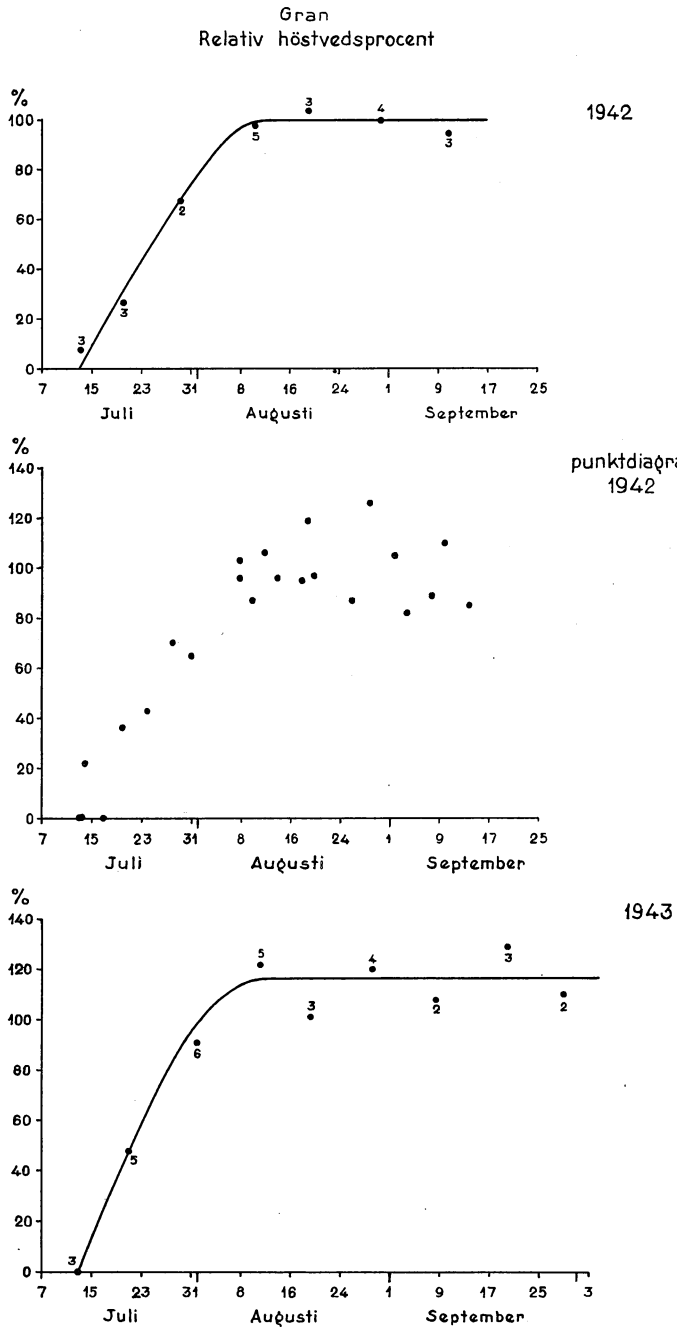


Fig. 4. Höstvedbildningens förlopp hos gran under åren 1942—1943.
Process of summer-wood formation in spruce, the years 1942—1943.

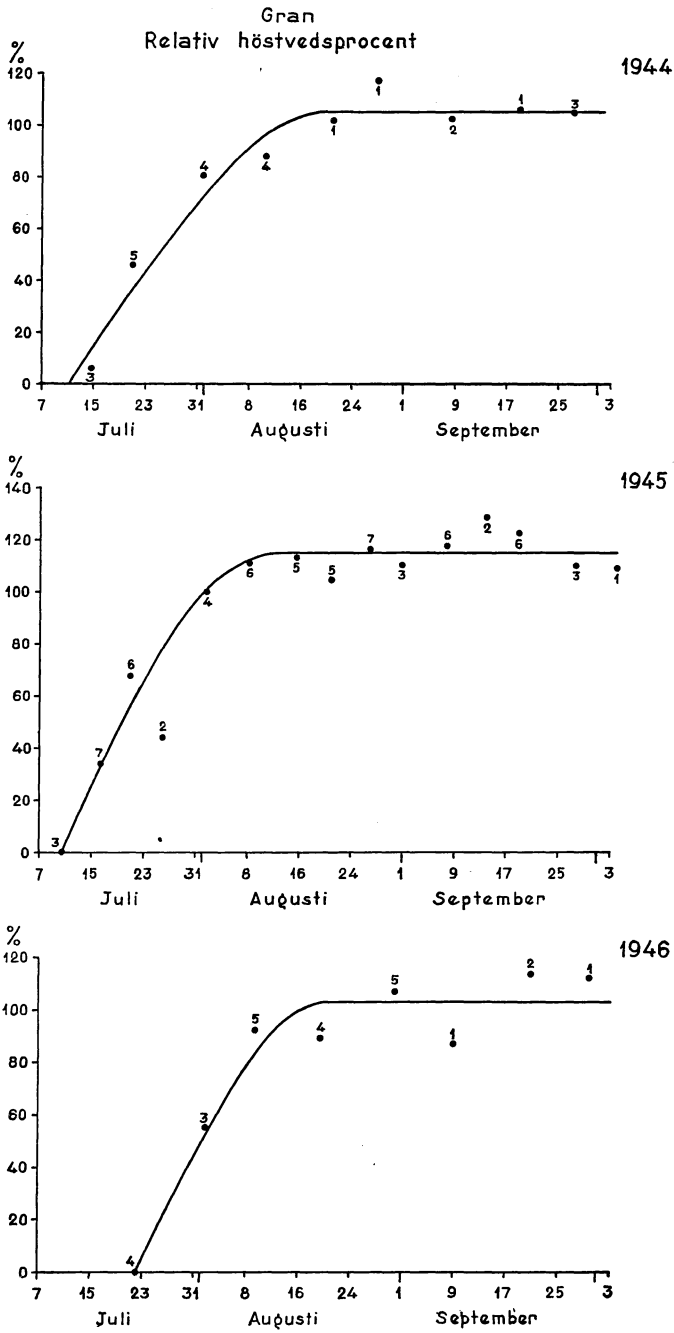


Fig. 5. Höstvedbildningens förlopp hos gran åren 1944—1946.
Process of summer-wood formation in spruce, the years 1944—1946.

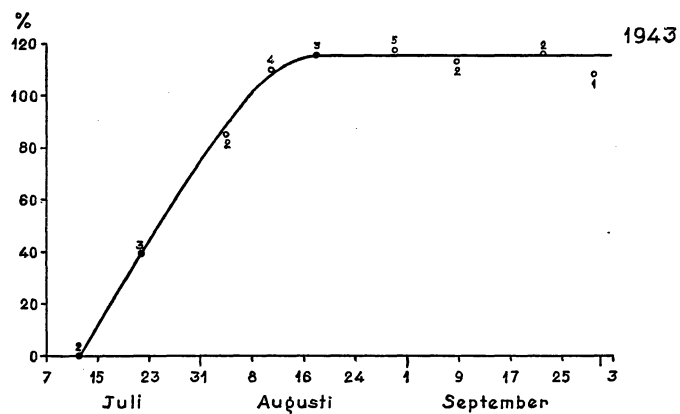
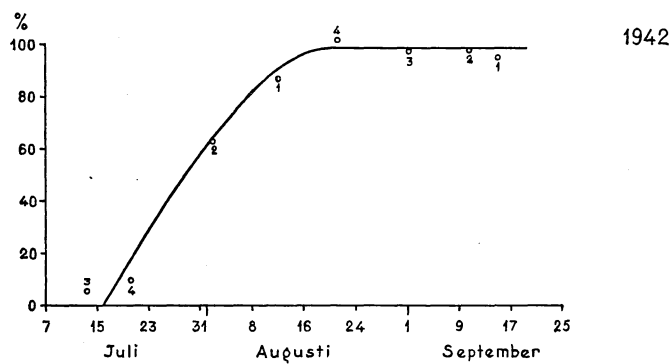
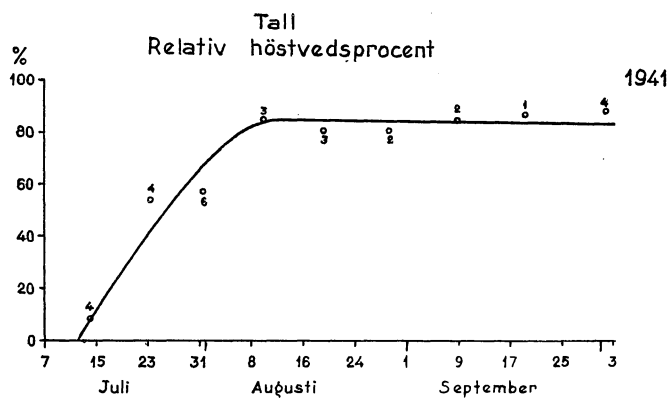


Fig. 6. Höstvedbildningens förlopp hos tall åren 1941—1943.
Process of summer-wood formation in pine, the years 1941—1943.

Tall
Relativ höstvudsprocent

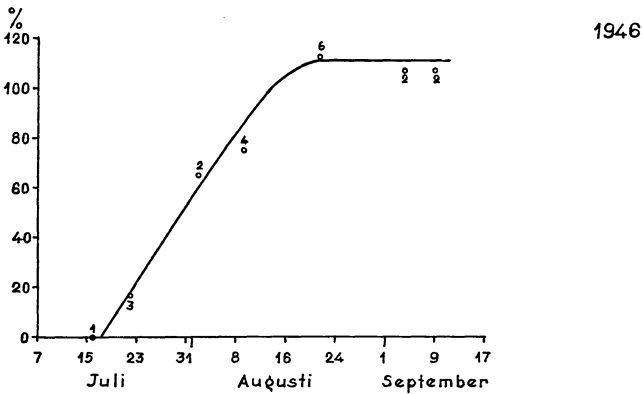
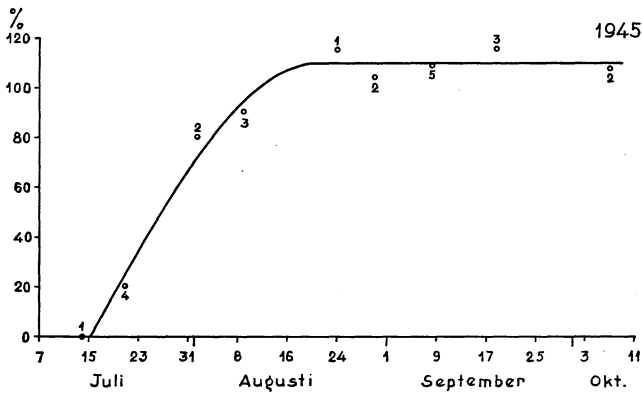
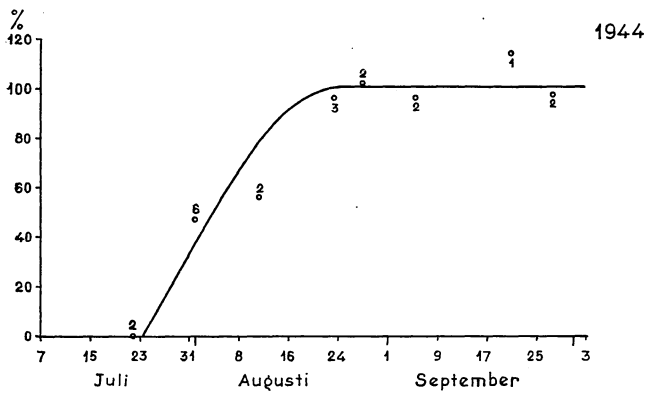


Fig. 7. Höstvedbildningens förlopp hos tall åren 1944—1946.
Process of summer-wood formation in pine, the years 1944—1946.

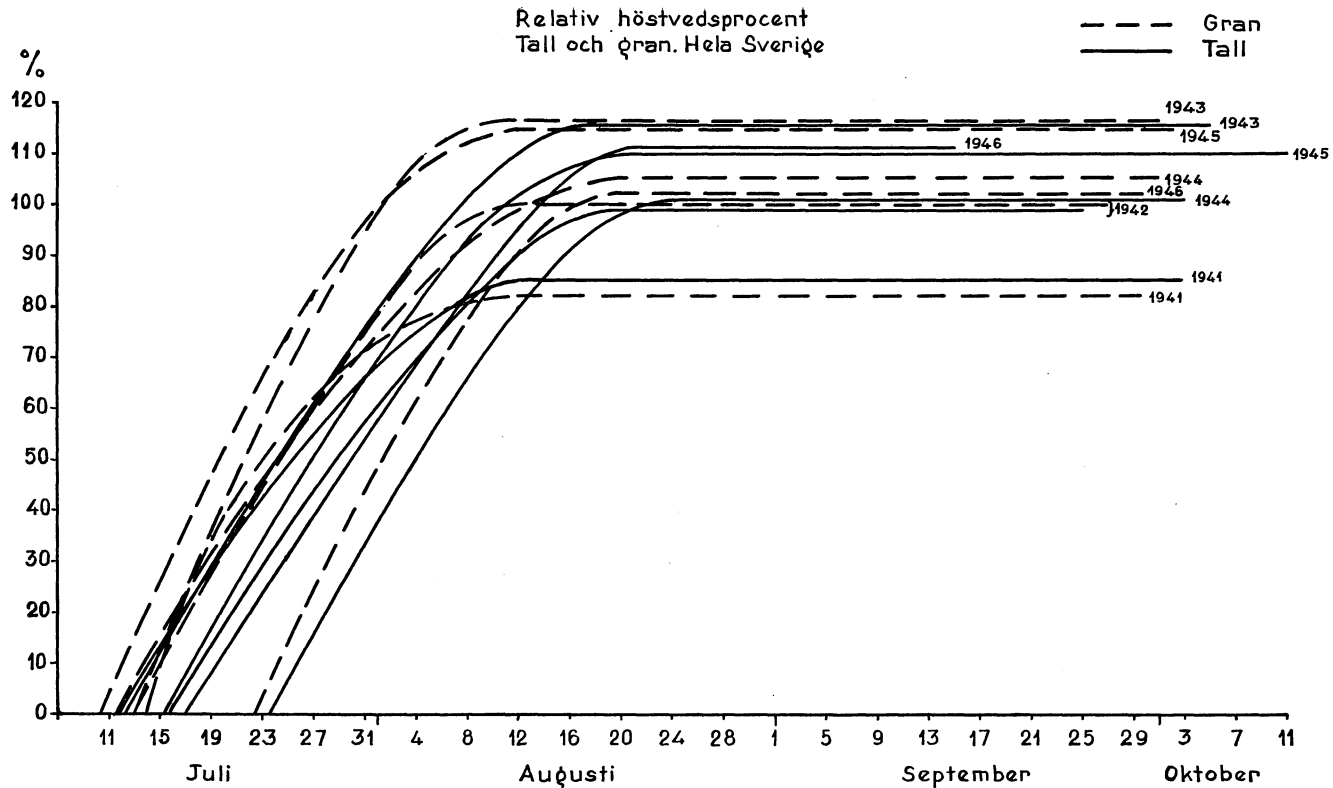


Fig. 8. Sammanställning av kurvorna i fig. 3—7 för belysande av variationen i höstvedbildningens förlopp.
The curves in Figs. 3—7, presented in order to illustrate the variation in the summer-wood formation process.

på mer än 3 à 4 dygn knappast kan uppstå enbart till följd av den grafiska utjämnningen.

För år 1942 avläsas för gran de sökta tidpunkterna till omkring den 13 juli och den 12 augusti. Resultaten för övriga år, liksom för tall framgå av de enskilda årskurvorna å fig. 4—7. För att kunna jämföra dels de olika åren sinsemellan, dels tall med gran, ha alla årskurvor upplagts på ett gemensamt diagram. (Fig. 8). Granens kurvor äro streckade och tallens heldragna. Det är en viss variation i fråga om tiden för höstvedbildningens början. Variationsvidden för tall och gran gemensamt under de sex åren uppgår till 2 veckor (10—24 juli). I genomsnitt för de här undersökta 6 åren börja tallen och granen sin höstvedbildning den 16 resp. 14 juli, och ordningsföljden trädslagen emellan varierar år från år.

Såsom framgår av det gemensamma diagrammet intaga de olika årskurvorna efter vedbildningens slut horisontellt läge på ganska skilda nivåer. Den relativa höstvedsprocenten uppnår m. a. o. olika värden. Kurvorna för år 1941, som ligga lägst, nå ett slutvärde på 83 respektive 85 procent relativ höstved för gran och tall. Högst i materialet nå kurvorna för år 1943 och 1945. Relativa höstvedsprocenten har ju beräknats genom att sätta sista årsringens höstvedsprocent i förhållande till de tre föregående årens. Ett gott växtår är höstvedsprocenten låg. Skulle de 3 jämförelseåren vara normala — och som följd härav ha normal höstvedsprocent — får det goda året givetvis en låg relativ procent. År 1941 synes ha varit ett bättre växtår än genomsnittet av åren 1938—40 av kurvorna att döma. Att så var fallet framgår av de hittills vunna resultaten från de av docent B. EKLUND bedrivna klimatundersökningarna, vilka dock ännu ej slutförts för hela landet. Enligt dessa var vidare 1945 ett dåligt år för gran i Norrland. Materialet för 1945 i föreliggande undersökning utgöres av norrlandsprovtytor. Den i diagrammet redovisade höstvedsprocenten är också hög. På grund av materialets geografiska spridning under övriga år är det svårt att göra liknande jämförelser.

I tabellform lämnas å sid. 18 en sammanställning av de ungefärliga data för höstvedbildningens början och avslutning, den senare liktydig med diameter-tillväxtens upphörande, som kunnat avläsas med hjälp av de sex årens kurvor.

Resultatet i stort är alltså, att diametertillväxten inom bark för tall och gran synes vara avslutad i mitten av augusti. Granen förefaller vara något tidigare än tallen; de sex åren ange för gran i genomsnitt den 14 och för tall den 19 augusti. Tidigaste och senaste avslutningsdatum för gran är 11 och 20 augusti, för tall 12 och 24 augusti, men tidpunkterna äro som sagt ganska osäkert bestämda.

ROMELLS undersökning över diametertillväxten, utförd i Hoting, visade för år 1923, att denna var fullbordad omkring den 25 augusti. Han använde

Tab. 4. Höstvedbildningens början och avslutning.
 Beginning and completion of the summer-wood growth.

År Year	Tall Pine		Gran Spruce	
	Datum för höstvedbildningens Date for growth of summer wood			
	början beginning	avslutning completion	början beginning	avslutning completion
1941	12 juli	12 aug.	14 juli	11 aug.
1942	16 »	19 »	13 »	12 »
1943	12 »	17 »	13 »	11 »
1944	24 »	24 »	11 »	20 »
1945	15 »	20 »	10 »	12 »
1946	17 »	21 »	22 »	20 »
Medeltal Average	16 juli	19 aug.	14 juli	14 aug.

vid detta försök noggrann omkretsmätning med avläsningar varje vecka under hela vegetationsperioden. Försöket gällde tall.

Beträffande höjdtillväxten utförde ROMELL observationer på 10 stationer från Skåne till Norrbotten. Undersökningen bedrevs under fyra år 1920—1923 i form av varje vecka under vegetationstiden utförda mätningar. Under dessa år visade det sig, att toppskottet i regel var fullt utvuxet till den 1 augusti i hela Sverige. Endast år 1923 visar granen en avvikelse, i det att tillväxten fortsatte till omkring månadens mitt. I stort sett hade höjdtillväxten upphört vid samma tidpunkt på alla observationsplatser. Någon inverkan av nordligt läge kunde alltså ej här konstateras.

Det kan vara av intresse att veta, hur långt före vegetationsperiodens slut exempelvis 90 eller 95 % av årets tillväxt hunnit avsätta sig. Gäller det att framräkna tillväxtbelopp för den gångna 5-årsperioden, då det sista uppskattningsresultatet inkluderar en årsring, som endast är utvuxen till 95 %, erhåller man nämligen ca 99 % av det rätta beloppet under förutsättning av ungefär lika årlig tillväxt. Kan man godtaga denna approximation, har man i gengäld fördelen att kunna utnyttja en större del av sommaren för fältarbete.

Höstvedens andel av den fullbildade årsringens bredd uppgår i det bearbetade materialet till 25 à 30 %. Det innebär, att 95 % av årsringen har bildats, då höstveden vuxit ut till 80 à 83 % av sin slutliga storlek. Tidpunkten härför är approximativt lika med det datum, då relativa höstvedsprocenten nått 80 respektive 83 % av sitt slutvärde. Vid den

gjorda dateringen har 80 % valts, men i förbigående kan nämnas, att datum härför sammanfaller med tidpunkten för uppnådda 80 % relativ höstved, endast då slutvärdet är 100 %.

I genomsnitt för de sex åren har tallen uppnått 95 % av årsringsbredden den 7 augusti, medan motsvarande datum för gran varit den 2 augusti, dvs. 12 dagar före tillväxtens upphörande. Senaste datum har för tall varit den 12 augusti och för gran den 9 augusti.

Slutligen bör erinras om att 95 % av årsringsbredden motsvarar en något mindre procentsats av årsringens yta, vilken närmast intresserar vid tillväxtberäkningar.

Inflytande av breddgrad och höjd över havet

Eftersom vegetationsperiodens längd till stor del beror på temperaturförhållanden, kunde man vänta sig ett tidigare avslutande av årsringsbildningen ju högre över havet och ju nordligare skogen vore belägen. För att undersöka om denna hypotes bekräftades av materialet, utvaldes ett år för specialstudium av denna fråga. Under år 1945 hade ett stort antal provytor utlagts inom Jämtlands, Västernorrlands och Västerbottens län, ett område, som i huvudsak är beläget mellan 62:a och 66:e breddgraderna. Då granytorna voro övervägande till antalet, bearbetades allt tillgängligt granmaterial för detta år, inalles 66 provytor. Materialets fördelning på breddgrader framgår av följande tabell.

Breddgrad.....	61 —°	62 —°	63 —°	64 —°	65 —°	66 —°	Hela området
Antal provytor....	1	5	21	24	13	2	66

För att inom ett till breddgraden relativt snävt begränsat område kunna studera höjdlägets inflytande uppdelades provytorna inom 63:e och 64:e breddgraderna i klasser om 100 meters höjd över havet enligt följande.

Höjd ö. h. i meter..	0 —	100 —	200 —	300 —	400 —	500 —	Totalt
Antal provytor....	6	2	16	9	9	3	45

För att få tillräckligt material till underlag för kurvor över relativa höstvedsprocenten bildades av ovanstående höjdklasser två zoner, den första från 0 till 300 och den andra från 300 till 600 meters höjd över havet. Provyternas relativa höstvedsprocenter inlades som förut på diagram av tidigare beskriven typ, varav ett för varje zon. Zonernas genomsnittliga höjdläge och latitud redovisas nedan.

Höjdzon	Medelhöjd ö. h.	Medel-latitud	Antal provytor
0—299 m ö. h.	202 m	63,9° n. br.	24
300—599 » »	415 »	64,1° »	21

Höjdskillnaden mellan zonerna uppgår till mer än 200 meter, medan motsvarande skillnad i breddgrad endast utgör 0,2 breddgrader — cirka 2 mil.

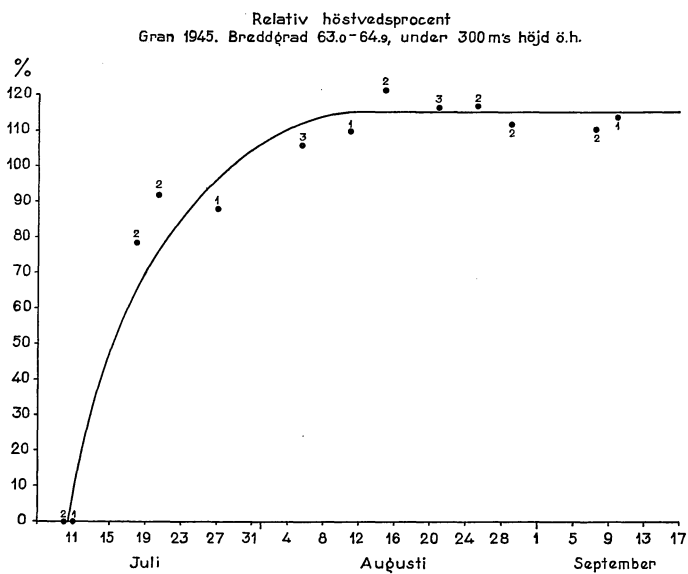
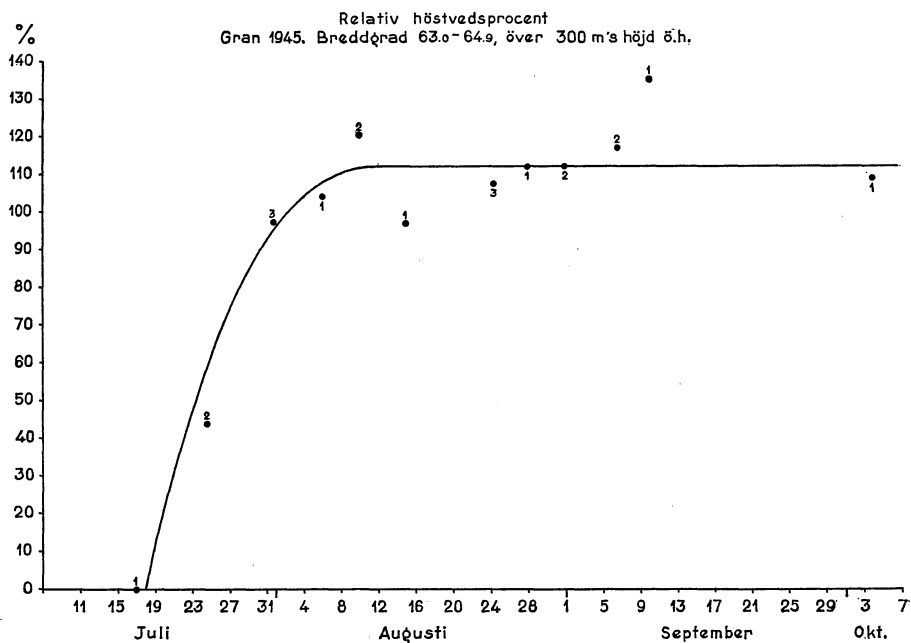


Fig. 9. Höstvedbildningens förlopp hos gran från olika höjdlägen. Tillväxten är i båda fallen avslutad omkring den 12 augusti.

The process of summer-wood formation in spruce at various altitudes. In both cases the growth was concluded about the 12th of August.

Vid en jämförelse bör man alltså kunna anse breddgradsinflytandet eliminerat. Har nu höjdläget en påtaglig inverkan på tidpunkten för tillväxtens avslutande, bör den komma till uttryck genom differenser i kurvorna för de två höjdzonerna, såvida den ej är så svag, att den döljes av materialets stora variation.

Största inflytandet på dateringen av denna tidpunkt ha givetvis observationerna från de provytor, som borrats kring detta datum, och med ledning av vilka kurvans krök uppritas. Det är strängt taget deras höjd över havet, som skulle visa stor skillnad för de två zonerna, under det att deras breddgrad borde överensstämma. En granskning av materialet gav också vid handen, att en höjdskillnad på 230 meter förelåg, medan den genomsnittliga breddgraden var densamma.

Gruppmedeltal bildades, i detta fall för korta tidsintervall, och kurvor uppritades (se fig. 9). De två kurvorna ange som synes ingen markerad skillnad för tidpunkten i fråga. Datum för höstvedbildningens upphörande ligger för båda zonerna omkring den 12 augusti. Vi få dock ha i minnet, att spridningen inom materialet är stor och att en skillnad, som dessa 45 provytor ej avslöja, kanske kan påvisas med 2 eller 3 gånger så många observationer.

En skillnad i tidpunkt för höstvedbildningens början synes emellertid föreligga. Höjdlägets inflytande diskuteras senare i samband med breddgradsinflytandet.

1945 års granmaterial uppdelades sedan i två breddgradszoner, vardera om 3° bredd. Den första, omfattande 61°—63,9°, innehåller 27 provytor och den andra, omfattande 64°—66,9°, 39 provytor, alltså inalles 66 stycken. Någon begränsning av materialet till vissa höjdzoner i syfte att eliminera höjdlägets eventuella inflytande har ej gjorts, men medelhöjden över havet är för den sydligare zonen 318 m och för den nordligare 339 m. Då provytorna inom den norra zonen ligga något högre, bör skillnaden i klimat för zonerna härigenom icke utjämnas utan snarare accentueras. Provytorernas genomsnittliga latitud i den södra zonen är 63,3° och i den norra 64,8°. Skillnaden är 1½ breddgrad eller ca 17 mil. Kurvorna, som representera de båda zonerna, ange såsom kurvorna för olika höjdlägen ungefär samma datum för årsringsbildningens slut, nämligen 11—12 augusti, fig. 10. De äro uppritade på de ursprungliga punktdiagrammen. Något breddgradsinflytande kommer här ej till synes, men 17 mil är heller ingen stor breddgradsskillnad. För de provytor, som borrats omkring den 12 augusti, är latitudskillnaden i själva verket blott 0,8 breddgrader, dvs. 9 mil, men i den norra zonen ligga dessa ytor 130 m högre över havet än i den södra, varför de nordliga ytorna i alla fall ha ett avgjort sämre klimatläge. Emellertid ger detta ej utslag i form av tidigare avslutad årsringsbildning.

Samma spørsmål har även studerats för 1941 års tallmaterial. Detta är nämligen insamlat från Blekinge län i söder till och med Kopparbergs län i norr.

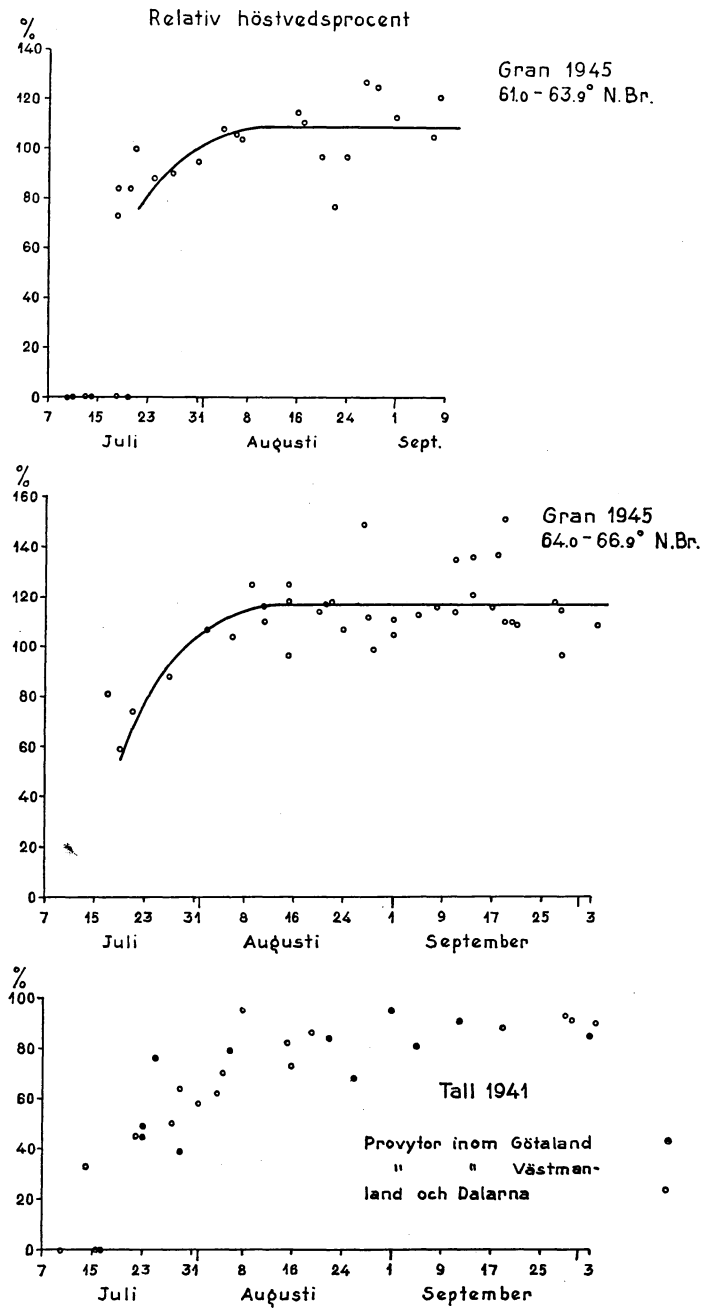


Fig. 10. Höstvedbildningens förlopp på provytor inom olika breddgradszoner.
The process of summer-wood formation on sample plots in various zones of latitude.

Emedan det ej är så stort, att det tillåter en uppdelning på två grupper, då underlaget för eventuella kurvor på så sätt skulle bli för knappt, ha i stället på 1941 års diagram de provytor, som äro belägna inom Västmanland och Dalarna, utmärkts med ett avvikande tecken, så att de lätt skiljas från provytorna inom Götaland. Breddgradskillnaden mellan de två kategorierna av provytor är i detta fall mer än dubbelt så stor som mellan de två zonerna i 1945 års granmaterial. Trots detta kan ingen tendens i den ena eller andra riktningen spåras med avseende på höstvedsprocenternas storlek; punkterna å diagrammet ligga till synes regellöst omblandade (se fig. 10). Enligt de här tillämpade — låt vara ganska grova metoderna — har någon inverkan av vare sig höjdläge eller breddgrad kunnat skönjas på tillväxtens avslutande.

Enligt flera forskares uppfattning kan vegetationsperiodens längd för en växt uttryckas i antalet dagar med en medeltemperatur överskridande ett visst gradantal. LANGLET (1937, s. 340) anger sålunda för våra barrträd detta gradantal till $+6$ à 8° och anser $+6^{\circ}$ vara det mest adekvata. I ett tabellverk av HAMBERG (1918) »Termosynkroner och termoisokroner på den skandinaviska halvön» finnas kartor över ankomst- och återgångsdata för jämna medeltemperaturgrader. På en sådan karta kan man exempelvis avläsa, vid vilken tid på året Västerbottens län har en medeltemperatur av $+6^{\circ}$. Materialet för kartorna utgöres av temperaturobservationer för 257 svenska stationer under åren 1859—1900 samt 83 norska under åren 1841—1890.

Om vi nu med ledning av termosynkronerna söka tidpunkten för vegetationsperiodens slut för olika landsdelar, finna vi efter en temperaturgräns av $+6^{\circ}$ detta datum i genomsnitt vara den 5/11 i södra Skåne och den 20/9 i norra Lappland. Gå vi upp till $+8^{\circ}$, finna vi denna medeltemperatur vara rådande i södra Skåne den 20/10 och i norra Lappland den 10/9. Vegetationsperioden i denna bemärkelse avslutas följaktligen vid en långt senare tidpunkt än årsringsbildningen hos tall och gran, för vilken vi funnit medium av augusti vara det ordinära. Omkring den 20 augusti är medeltemperaturen i norra Lappland så hög som $+12^{\circ}$ trots nordligt läge och stor höjd över havet. Temperaturen synes alltså vid den tiden vara så hög, även på högt och nordligt belägna områden, att den ej skulle vara den direkta orsaken till årsringstillsväxtens avstannande. Att något inflytande av breddgrad och höjdläge ej märkts på kurvorna är därför ganska naturligt.

För det undersökta året 1945 har augusti månads temperaturförhållanden granskats i Sveriges meteorologiska och hydrologiska instituts årsbok. För orter, som väl representera det av provytematerialet omfattade området, har medeltemperaturen detta år legat ca $2,5^{\circ}$ över månadens normala medeltemperatur beräknad för perioden 1901—1930, och den har år 1945 därför varit så hög som $+14$ à 15° . Det synes som sagt föga troligt att årsrings-

bildningens upphörande här skulle ha sin orsak i för låg temperatur. Från ROMELLS undersökningar i Hoting åren 1921—1923 kan man av temperatur- och tillväxtdiagrammen utläsa, att diametertillväxten var klart påbörjad vid en medeltemperatur av $+10^{\circ}$. Temperaturobservationerna hänföra sig till det något sydligare belägna Junsele.

Resultatens tillförlitlighet

Som förut framhållits är metoden för mätning av årsringens höstved och vårved ganska osäker. Årsringsbildningens förlopp varierar en hel del mellan olika trakter, förmodligen beroende på lokala förhållanden, samt även från träd till träd i samma bestånd. Ett exempel: Provytan nummer 1045, belägen i Jämtlands län, borrades den 22 augusti 1945, dvs. i runt tal en månad efter det att vårveden vanligtvis är färdigbildad. Trots den sena tidpunkten hade höstved icke alls utbildats på två av de sju borrade träden, medan de flesta, efter höstvedsprocenten att döma, redan voro färdiga med sista årsringen. Samtliga 7 borrhål kontrollerades vid 60 ggr förstoring, då detta förhållande bekräftades.

Såsom framgår av diagrammens punktsvärmar är variationen mestadels relativt stor. Av de två trädslagen uppvisar granen större variation än tallen. Den mindre variationen hos tallen beror sannolikt till stor del på att övergången från vårved till höstved i årsringen är mera markant än hos granen. Gränsdragningen vid mikroskopmätningen göres därför säkrare hos tall, och resultaten bli mera tillförlitliga. Vårvedens övergående i höstved sker ju alltid successivt, men enligt WIKSTEN (1945) är den s. k. övergångszonen betydligt smalare hos tall än hos gran. Enär gruppmedeltalen till följd av den mindre spridningen hos tallen givit säkrare ledning beträffande kurvornas sträckning, kan kurvdragningen här anses vara mera tillförlitlig.

Metoden att rätta kurvlinjen efter gruppmedeltal, erhållna ur observationsvärden, vilka såsom i dessa diagram ha en stor spridning i x-led inom gruppen har som bekant en svaghet vid icke lineära samband. Den leder nämligen till att kurvlinjen blir flackare i krökarna än den rätteligen skulle vara — konkaviteter utjämnas. De här uppritade kurvorna gå givetvis icke fria från denna kritik, men deras form har för vårt ändamål ej så stort intresse utan fastmer de tidpunkter, som ange höstvedens uppträdande och färdigbildande i årsringen. Huvudsakligen den senare tidpunkten påverkas emellertid av gruppmedeltalsbildningen. Verkan av denna blir nämligen den, att kröken på kurvan får för stor utsträckning efter tidsaxeln. Som följd härav kommer kurvan att indicera en senare tidpunkt för tillväxtens avslutande än materialet i själva verket visar. Jämför man de ursprungliga punktdiagrammen med gruppmedeltalskurvorna för ett visst år, ser man i flera fall denna tendens

ganska tydligt. Skillnaden torde ibland uppgå till 2 à 3 dygn. Kurva och punktdiagram för gran år 1942 (fig. 4, sid. 12) äro tidigare framlagda för jämförelse. Som en följd av denna systematiska skillnad torde man kunna utgå ifrån, att tidpunkten för årsringens färdigbildande sannolikt icke kan vara mycket senare än de data, som framkommit för respektive år. Däremot bör man nog räkna med några dygns marginal i den andra riktningen.

Som tidigare nämnts är borrhåns materialet hämtat från trädens nedre stamdel, i regel på 1,3 meters höjd över marken eller i undantagsfall på 10 % av trädhöjden. HARTIG (1885) har beträffande diametertillväxtens början hos barrträden funnit, att den först igångsättes i de övre delarna av stammen, och att det dröjer någon tid innan den börjar i de nedre. Detta har bekräftats genom en undersökning av AMILON (1910). Orsaken härtill skulle vara den, att trädstammarna på våren uppvärmas tidigare i sina övre delar, genom att de där äro lättare åtkomliga för solstrålningen än närmare marken. Motsvarande observationer över diametertillväxtens avslutning äro veterligen ej utförda, men de vid föreliggande undersökning framkomna resultaten få ej utan vidare generaliseras till att gälla årsringsbildningen i trädets alla delar. Man har dock svårt att tänka sig ett motsvarande fenomen i mitten av augusti, då temperaturen är så hög.

Av ovanstående erfarenheter från materialets bearbetning samt genom kändedom om mätmetodens svagheter bör ganska tydligt framgå, att en viss osäkerhet vidlåder resultaten, oaktat dessa framkommit ur ett betydande material. Emellertid föreligger väl knappast något praktiskt behov av mera exakta tidsuppgifter.

Sammanfattning

Undersökningen har i första hand gått ut på att finna den ungefärliga tidpunkten för årsringsbildningens och därmed diametertillväxtens (inom bark) avslutande. I samband härmed har även tiden för höstvedbildningens inträde studerats. Bearbetningen av materialet från de sex åren 1941—1946 har givit vid handen, att höstveden börjar bildas i mitten av juli månad, och att tidpunkten år från år varierar inom ett par veckor. Årsringen i sin helhet synes i genomsnitt vara färdigbildad i mitten av augusti. Tidpunkten varierar avsevärt år från år och har för åren 1941—1946 växlat mellan den 11 och 24 augusti för båda trädslagen gemensamt. Tallen har visat en tendens att avsluta höstvedbildningen några dagar senare än granen. Ingenting har vidare framkommit, som tyder på att läget inom landet vare sig i fråga om breddgrad eller höjd över havet influerar på tidpunkten för diametertillväxtens upphörande.

Summary

On the Date of Completion of Annual Diametral Growth in Pine and Spruce

The investigation, which is a part of the climatological research work at the Forest Research Institute of Sweden, has been made with the object of finding the approximate date of the annual ring's completion. In conjunction with this, the time for the first growth of summer wood has also been studied.

The material was made up of more than 1,800 increment cores from sample plots in virgin forest throughout the whole country (Table 1, page 4), and is assigned to the six years from 1941 to 1946.

The investigation was based on a study of the percentage of summer wood for the last annual ring in relation to the corresponding percentage for the three previous annual rings (cf. Table 2). This relative summer-wood percentage, calculated for different sample plots, bored during the period of vegetation, is shown in the diagrams (see Figs. 2—10). When the relative summer-wood percentage no longer shows an increase, the growth of the annual ring may be considered to be complete, and the date of this has been read off on the curves of the diagrams.

The results are collated in Table 4, page 18; it is evident that the date for both pine and spruce varies during the six-year period between the 11th and 24th of August. Summer wood has usually begun to form by the middle of July.

A special study has been made of the influence of altitude and latitude. There was no evidence which indicated that these factors have any influence on the date of completion of diametral growth.

Anförd litteratur

- AMILON, J. A., 1910. Om tiden för diametertillväxtens början hos barrträden och orsakerna härtill. — Skogsvårdsfören. tidskr. 8. Stockholm.
- BURGER, H., 1926. Untersuchungen über das Höhenwachstum verschiedener Holzarten. — Mitt. der schweiz. Centralanst. f. d. forstl. Versuchswesen, 14. Zürich.
- CIESLAR, A., 1907. Einige Beziehungen zwischen Holzzuwachs und Witterung. — Centralbl. f. d. ges. Forstw. 33, 289. Wien.
- HAMBERG, H. E., 1922. Termosynkroner och termoisokroner på den skandinaviska halvön. Stockholm.
- HARTIG, R., 1885. Holz der deutschen Nadelwaldbäume. Berlin.
- HESSELMAN, H., 1904. Om tallens diametertillväxt under de sista tio åren. — Medd. fr. Stat. skogsförs.-anst. 1. Stockholm.
- LAITAKARI, E., 1920. Untersuchungen über die Einwirkung der Witterungsverhältnisse auf den Längen- und Dickenwachstum der Kiefer (Referat). — Acta forest. fennica 1917, Helsingfors.
- LANGLET, O., 1935. Till frågan om sambandet mellan temperatur och växtgränser. — Medd. fr. Stat. skogsförs.-anst. 28, Stockholm.
- 1936. Studier över tallens fysiologiska variabilitet och dess samband med klimatet. Ett bidrag till kännedomen om tallens ekotyper. — Medd. fr. Stat. skogsförs.-anst. 29. Stockholm.
- PETRINI, S., Avverkningsberäkning vid taxering. Svenska Skogsvårdsföreningens tidskr. 50. Stockholm.
- ROMELL, L.-G., 1925. Växttidsundersökningar å tall och gran. — Medd. fr. Stat. skogsförs.-anst. 22. Stockholm.
- WALLÉN, A., 1917. Om temperaturens och nederbördens inverkan på granens och tallens höjd- och radietillväxt å Stamnäs kronopark 1890—1914. — Skogshögskolans festskrift 1917, Stockholm.
- WIKSTEN, Å., 1945. Metodik vid mätning av årsringens vårved och höstved. — Medd. fr. Stat. skogsförs.-anst. 34. Stockholm.
- Statens meteorologisk-hydrografiska anstalts årsbok 1945. Stockholm 1946.