

Volymviktsvariationer hos
planterad gran

Variations in density of planted spruce

av

PER NYLINDER

MEDDELANDEN FRÅN
STATENS SKOGSFORSKNINGSINSTITUT
BAND 43 · NR 3

INNEHÅLL

	Sida
Inledning.....	3
Beskrivning av ståndorten och beståndet.....	4
Materialinsamling och primärbearbetning.....	6
Volymbestämningar.....	7
Fuktighetens variationer.....	10
Torrvolymviktens variationer.....	22
Sammanfattning.....	39
Summary.....	40
Litteraturanvisning.....	42
Bilaga.....	44

Inledning

Sedan ett antal år tillbaka är granens kvalitetsproduktion föremål för ingående undersökningar vid statens skogsforskningsinstitut. På en provyta på Omberg, Östergötlands län, studeras sålunda förbandstäthetens inflytande på bl. a. granens kvalitet. Vid planläggningen av materialinsamlingen för denna undersökning ansågs det lämpligt att utföra ett antal merobservationer bl. a. över fuktighetens variationer hos trädet för att härigenom få jämförelse-material till pågående undersökningar i andra delar av landet. Av vissa skäl ha några av dessa observationer först blivit föremål för en bearbetning och resultaten av denna framläggas nu som en separat undersökning.

Materialinsamlingen har till övervägande delen ombesörjts av skogvaktare H. JOHANSSON. Under dennes ledning har även det omfattande laboratoriearbetet med bl. a. fuktighets- och volymviktsbestämningarna utförts. Räknearbetena ha verkställts av ett räknekontor under ledning av fru R. ERIKSSON. På en mindre del av materialet har vidare civ. jägm. G. ENANDER utfört en orienterande bearbetning. Till dessa mina medhjälpare ber jag här få framföra ett uppriktigt tack.

Beskrivning av ståndorten och beståndet

Skogsforskningsinstitutets provyta nr 195 är belägen på kronoparken Omberg, Karlsby revir, Östergötlands län. Ytan ligger på övre delen av Ombergs sydsluttning ca 1 km norr om Alvastra gård.

Provytan, som är uppdelad i fem delar I—V, planterades år 1904 med, 2/2 gran. Enligt tillgängliga uppgifter har samtliga delar planterats med samma plantmaterial och fröet torde med största sannolikhet ha härstammat från trakten. Delar I är planterad i 1,0 m kvadratförband, II i 1,25 m, III i 1,50 m, IV i 1,75 m och V i 2,0 m kvadratförband.

Topografin inom ytorna växlar från plan till en marklutning av ca 15°. vindexpositionen är stark från nära nog samtliga väderstreck.

Jordarten utgöres av en svallad, i ytan stenfattig morän. På grund av moräntäckets varierande tjocklek finnes inom och mellan delarna en viss variation i boniteten.

Jordartens mekaniska sammansättning framgår av tab. 1. Variationerna mellan delarna äro, som framgår av tabellen, rätt små. Det är endast ifråga om basmineralindex som en av delarna, nr II, avviker mer påtagligt från de andra.

Jordmånstypen är brunjord och humusens kemiska sammansättning framgår av tab. 2. Tabellen visar, att näringshalten är hög.

Såväl mineraljordens som humusens beståndsdelar ha bestämts på en del av ett generalprov, som erhållits efter sammanslagning av fem stycken objektivi uttagna prover på varje del.

Den höga näringsstillgången i marken avspeglar sig också i florans samman-

Tab. 1. Jordartens mekaniska sammansättning på de olika delarna.
Composition of soil.

Ytnummer Plot No.	Grus Gravel		Sand Sand		Mo Fine sand		Mjåla Silt		Ler Clay	Bas mine- ral- index Mineral base index
	20—6	6—2	2—0,6	0,6—	0,2—	0,06—	0,02—	0,006		
	mm	mm	mm	—0,2 mm	—0,06 mm	—0,02 mm	—0,006 mm	—0,002 mm		
	%	%	%	%	%	%	%	%		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
195: I	5,6	11,3	9,2	14,8	19,4	19,3	9,9	5,3	5,3	11,77
195: II	11,5	15,8	13,1	15,0	13,1	12,1	7,7	4,1	7,8	16,28
195: III	8,3	13,3	11,2	14,9	17,2	14,6	8,6	5,3	6,6	10,13
195: IV	14,2	14,5	10,2	12,5	14,6	13,7	8,3	5,6	6,4	9,72
195: V	—	17,6	10,6	14,7	17,8	16,1	9,3	10,5	3,2	9,17

Tab. 2. Humuslagrets pH, humushalten (bestämd som glödförlust), total kväve (N_{tot}), ammoniumkloridlöslig kalk (CaO_{sol}), total kalk (CaO), kali (K_2O) och fosfor (P_2O_5) i humuslagret för de olika delytorna.

Data on the humus stratum: pH, organic content (as loss of heat), total nitrogen, soluble lime (solvent NH_3Cl), total lime, potash and phosphoric acid.

Yt-nummer Plot No.	pH	Humus-halt Organic content %	Total kväve Total nitrogen	Assimiler-bar kalk Soluble lime	Total kalk Total lime	Kali Potash	Fosfor-syra Phosphoric acid
			I g/kg av humus (= glödförlust) In g. per kg humus (= loss of heat)				
1	2	3	4	5	6	7	8
195: I	5,12	29,71	20,5	17,8	34,0	9,1	6,4
195: II	5,09	27,25	17,6	18,3	33,8	9,4	5,9
195: III	5,38	33,47	19,7	18,8	38,8	8,7	6,0
195: IV	5,11	34,60	18,8	17,6	35,3	8,0	5,2
195: V	5,25	25,96	19,6	19,6	33,9	10,9	5,8

sättning. I de mest fullslutna delarna saknas visserligen växttäckets botten-skikt men vid tilltagande ljustillgång inträda friskmossor, harsyra och blå-sippa. I luckor i beståndet, även förhållandevis små sådana, påträffas skogs-sallad, gulsippa osv. De större luckorna domineras av druvfläder, hallon, bredbladiga örter såsom midsommarblomster, brännässla m. fl. samt gräs.

Genom stormfällningar under åren 1943—44 ha i några av delytorna upp-stått större luckor. Detta försvårar givetvis en jämförelse mellan de olika för-banden. Denna fråga skall emellertid beröras i en kommande redogörelse. För denna undersökning kan emellertid stormfällningarna anses vara av under-ordnad betydelse.

De olika delytornas medeldiametrar och höjder framgå av tab. 3 och en för-teckning över provträden redovisas i bil. 1.

Tab. 3. Grundytmedelstammens diameter och höjd i de olika delytorna; juni 1948. (Delyta II har blivit särskilt svårt utsatt för stormskador).

Average diameter and height of the trees; June 1948. (Plot II has been very badly damaged by storm).

Yta nr Plot No.	Medeldiam. Average diameter cm	Medelhöjd Average height m
195: I	14,1	14,0
195: II	13,9	13,5
195: III	15,4	14,5
195: IV	17,0	15,0
195: V	17,6	15,5

Materialinsamling och primärbearbetning

Av de provträd, som uttogos för undersökningen över förbandets inflytande på kvaliteten, ingår endast en del, 53 st., i föreliggande material.

Sedan ytorna vid 1948 års revision uppskattats på vanligt sätt, uttogos genom kvoträkning ett antal provträd. Dessa träd fälldes successivt vid sju olika tillfällen under 1948—49. Vid varje undersökningstillfälle uttogos ett antal provträd, som blevo föremål för en mer noggrann undersökning av bl. a. fuktigheten och volymvikten.

Sedan träden efter fällningen beskrivits och uppmätts med avseende på ett flertal egenskaper såsom höjd, krongräns, torrgrensräns, toppskott etc., sektionerades de och en ca 5 cm tjock trissa togs vid 1, 10, 20 . . . 90 % av trädhöjden ovan mark.

Omedelbart efter det en trissa sågats, uttogos så långt möjligt nio stycken provkroppar i enlighet med fig. 1. Provkropparna i yttre splinten betecknades alltid med »1» resp. »9» och i mittensplinten med »2» resp. »8» osv., oberoende av om övriga provkroppar kunde uttagas eller ej.

Provkropparna vägdes därpå omedelbart i skogen med hjälp av en torsionsvåg, fig. 2. Vid hemkomsten torkades provkropparna i värmeskåp under 24 timmar vid ca 102° C. De vägdes sedan på nytt och volymbestämdes.

För varje provkropp bestämdes vidare den linjära medelårsringsbredden och höstvedhalten.

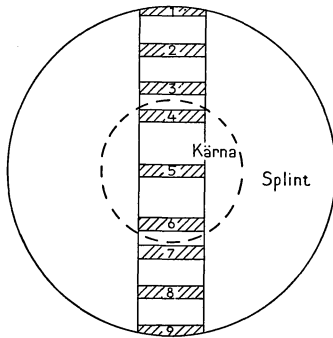


Fig. 1. Schematisk bild av provkropparnas läge i tvärsnittet.
Schematic drawing showing the position of the specimens in the cross-section.

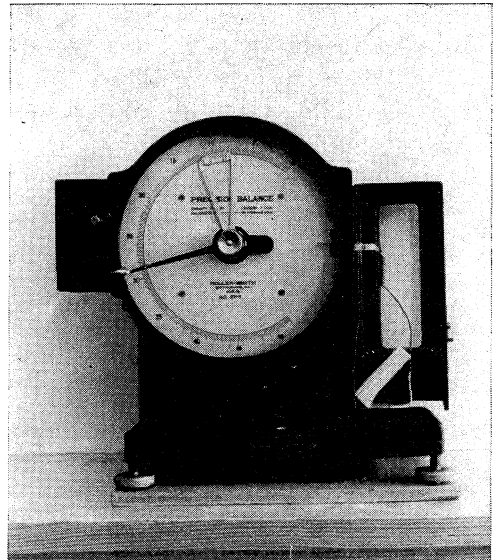


Fig. 2. Torsionsvåg, fabrikat: Roller Smith, Bethlehem, USA.
Torsion Balance, manufactured by Roller Smith, Bethlehem USA.

Volymbestämmingar

För bestämning av små träkroppars volymer ha olika forskare begagnat sig av olika metoder, t. ex. KINNMAN, 1923; KLEM, 1934; KOLLMAN, 1936; THUNELL, 1940.

Samtliga metoder med undantag av KLEMS synas emellertid vara förhållandevis tidsödande. När det gäller bestämmingar av ett så stort antal provkroppar, det här är frågan om — ca 3 250 stycken — är det av en icke ringa betydelse, att volymbestämmingen kan utföras så snabbt som möjligt.

Efter en del försök med olika typer av apparater har H. JOHANSSON vid skogsforskningsinstitutet konstruerat en, som väl kan anses fylla fordringarna på såväl snabbhet som noggrannhet. Apparaterns konstruktion framgår av fig. 3 och 4.

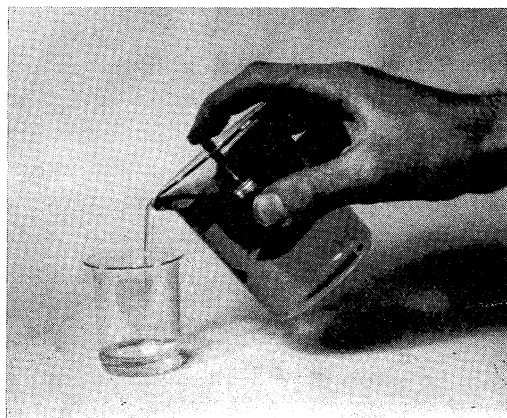
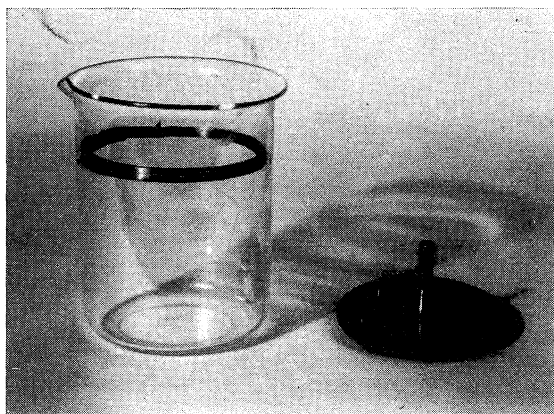


Fig. 3 och 4. Volumeter-bägare.
Volumeterbeaker.

Vid volymbestämningen förfäres på följande sätt. Sedan bägaren fylld med vatten påsättes locket och allt vatten ovan locket hälls bort, fig. 4. Locket borttages därpå och provkroppen stoppas ned i bägaren varpå locket ånyo sättes på. Den mot provkroppens volym svarande vattenmängden, som nu befinner sig ovanför locket, hälls över i ett mätglas och volymbestäms.

För att undvika, att vattendroppar stannar kvar på glasväggarna, är det lämpligt att lösa en lagom kvantitet ytspänningsnedsättande ämne i vattnet. Genom att ställa mätglaset på en anordning med en spegel underlättas avläsningen högst väsentligt, fig. 5.

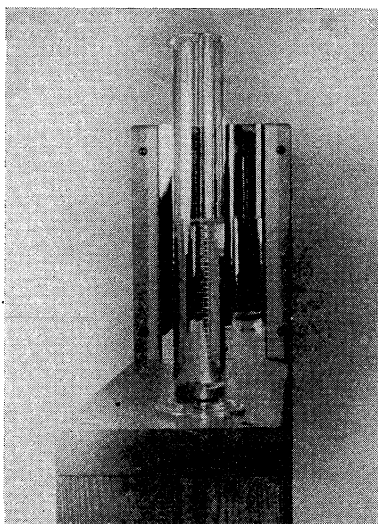


Fig. 5. Anordning med spegel för underlättande av avläsningen av mätglaset.
Arrangement with mirror for facilitating the reading of the graduated glass.

För att pröva apparatens tillförlitlighet utfördes en serie volymbestämningsar av 35 stycken provkroppar av trä med en storlek varierande mellan 5 och 25 cm³. Provkropparna, som voro parallelepipediska, volymbestämdes med hjälp av ett skjutmått. Vidare bestämdes viktsförlusten vid nedsänkning i vatten och slutligen uppmättes volymen med den nykonstruerade apparaten. Bestämningarna utfördes både med oimpregnerade och med schellacklösning impregnerade provkroppar. Resultatet av undersökningarna har sammanställts i tab. 4.

Av tab. 4 framgår, att i jämförelse med den stereometriska mätningen den nya metoden genomsnittligt ger lika resultat men något för högt i jämförelse med metoden genom bestämning av viktsförlusten i vatten.

I tabellen redovisas även en beräkning av procentuella avvikelser från ett antaget rätt värde. I första fallet har det rätta värdet ansetts vara det

Tab. 4. Jämförelse mellan olika metoder för bestämning av träprovkroppars volym.
Metod I: stereometrisk uppmätning.
 » **II: bestämning av viktsförlusten genom nedsänkning i vatten.**
 » **III: enligt volymeter-bägaren.**

Comparison between different methods of determining the volume of the wood specimens. Method I: stereometric measuring; II: computing the loss of weight by immersion in water; III: by volumeterbeaker.

Text	Metod Method					
	Oimpregnerade provkroppar Unimpregnated specimens			Med schellacklösning impregn. provkroppar Shellac dilute impregnated specimens		
	I	II	III	I	II	III
Medeltal cm ³ Average cm ³	13,99	13,91	13,99	14,04	13,91	14,04
Medelavvikelse cm ³ Standard deviation cm ³	5,024	5,001	4,970	5,032	5,017	4,979
Medeltal % Average %	100,00	99,39	100,11	100,34	99,37	100,49
Medelavvikelse % Standard deviation %	—	0,531	0,724	0,661	0,655	0,721
Medeltal % Average %	100,62	100,00	100,73	100,96	99,98	101,11
Medelavvikelse % Standard deviation %	0,537	—	0,828	0,319	0,316	0,684

som erhöles med den stereometriska metoden och i andra fallet det som erhöles genom bestämningen av viktsförlusten.

För att ytterligare pröva metodens noggrannhet utfördes en serie kontrollbestämningar av kroppar med kända volymer. Resultaten redovisas i tab. 5.

Som framgår av tab. 5 äro resultaten fullt godtagbara. Volymbestämningarna synas vara behäftade med ett systematiskt fel, som yttrar sig i en överskattning av volymen med ca 0,1 cm⁵. Det kanske bör påpekas, att vid samtliga nu utförda bestämningar har den förutsättningen gjorts, att mätglaset möjliggjort en korrekt volymbestämning.

De fel, som uppstå, skulle med den storleken av provkroppar, som kommit till användning vid föreliggande undersökning, uppgå till 0,6 à 0,3 %.

Volymeter-bägaren kan även användas på samma sätt som en pyknometer. Volymen erhålles då enligt formeln

$$V = (m_1 + m_2 + k \cdot m_3) - (m_1 + m_2 + k \cdot m_4) = (m_3 - m_4) k,$$

där m_1 = provkroppens vikt

m_2 = bägarens vikt

Tab. 5. Jämförelse mellan olika provkroppars exakta volymer och volymer bestämda med volymeter-bägaren.

Comparison between different specimens' actual volumes and the volumes determined with the volumeter beaker.

Text	Provkropp nr Specimen No									
	1		2		3		4		5	
	Volym Volume cm ³	Diff. Difference cm ³	Volym Volume cm ³	Diff. Difference cm ³	Volym Volume cm ³	Diff. Difference cm ³	Volym Volume cm ³	Diff. Difference cm ³	Volym Volume cm ³	Diff. Difference cm ³
Verklig volym Actual volume	13,0	—	15,4	—	19,1	—	28,3	—	34,5	—
Försök nr 1. Test No. 1	13,1	0,1	15,5	0,1	19,1	0,0	28,5	0,2	34,6	0,1
» 2..	13,1	0,1	15,5	0,1	19,1	0,0	28,4	0,1	34,5	0,0
» 3..	13,1	0,1	15,5	0,1	19,1	0,0	28,4	0,1	34,6	0,1
» 4..	13,0	0,0	15,5	0,1	19,1	0,0	28,4	0,1	34,7	0,2
» 5..	13,0	0,0	15,5	0,1	19,2	0,1	28,4	0,1	34,6	0,1
Medeltal Average		0,06		0,1		0,02		0,12		0,1

m_3 = vattnets vikt, när bägaren är fylld upp till locket

m_4 = vattnets vikt, sedan provkroppen stoppats ned i bägaren och över locket befintligt vatten borthällts

och k = en korrektionsfaktor med hänsyn till vattnets spec. vikt för den temperatur vattnet har vid försöken.

Av dessa äro m_2 och m_3 konstanta för en viss volymeterbägare och m_1 har bestämts tidigare.

Volymbestämningen enligt pyknometerprincipen är i det närmaste lika snabb som den tidigare beskrivna metoden under förutsättning att vägningen ordnas rationellt.

Fuktighetens variationer

Över fuktighetens variationer i det levande trädet kan med avseende på tiden tvenne faser urskiljas; nämligen dels en dygnsvariation och dels en årstidsvariation.

Undersökningar över fuktighetsvariationerna hos granen under dygnets olika delar har hittills endast i begränsad omfattning blivit utförda av bl. a. TH. HARTIG, 1871, 1876, och LANGNER, 1932. De av den förstnämnde forskaren funna skillnaderna i fuktighetshalten mellan olika tidpunkter på dygnet voro emellertid små och betydligt mindre än de skillnader, som iakttagits mellan träd, undersökta vid i övrigt jämförbara förhållanden, LANGNER.

Med hänsyn till den stora variation, som finnes i transpirationens intensitet vid olika tidpunkter på dygnet, torde det emellertid vara ofrånkomligt, att även fuktighetshalten varierar i trädstammen under dygnets olika delar.

Hos björk har sålunda MATHIESEN, 1951, funnit att vätskeströmmen mitt på dagen hade en hastighet av ca 1,5 m/tim. under det att den på natten endast uppgick till ca 0,1 m/tim. Med avseende på vätskeströmmens hastighet kunde hon konstatera en viss eftersläpning i jämförelse med transpirationen och att hastigheten var något mindre i stampartierna ovan än under krongränsen. MATHIESEN kunde även påvisa, att vätskeströmmen bestod förutom av en longitudinell även av en radiär och en tangentiell stigningskomponent.

Med avseende på årstiden har de flesta forskare som sysslat med hithörande problem ansett sig kunna konstatera en viss variation. Sålunda fann t. ex. R. HARTIG, 1874 m. fl., att hos tall och gran fuktkvoten i splinten uppvisade ett maximum i januari och juni—juli samt ett minimum i april och oktober. LAGERBERG, LUNDBERG och MELIN, 1927, konstaterade ett maximum hos fuktigheten i splinten i februari—mars, men i motsats till HARTIG ett minimum i juni—juli. Ytterligare kan nämnas, att LÖF, 1914, fann, att det vinteravverkade virket hade en större fuktkvot än det sommaravverkade. LANGNER, 1932, har på det kanske hittills största undersökningsmaterialet — 60 st. granar — funnit stora variationer i splintens fuktighet under olika tidpunkter på året och orsaken till dessa variationer anser han vara den rådande väderleken. Sålunda skulle fuktigheten i veden stiga vid fuktig och kall väderlek och sjunka vid torr och varm. Som en följd härav blir under de torra och varma sommarmånaderna fuktigheten lägre än under vintern. De variationer, som härvid kunde konstateras, voro minst i yttersta splinten och tilltogo starkt inåt för att därpå åter avtaga in mot kärngränsen.

Även LAGERBERG, LUNDBERG och MELIN, 1927, ansågo, att temperaturen och nederbörden i hög grad inverkade på fuktighetshalten i splinten.

LANGNER fann också, att variationerna voro betydligt mindre i yttre splinten än längre in. Han ansåg vidare, att vid jämförbara förhållanden trädålder och årsringsbredd icke övade något inflytande på fuktighetshalten. LANGNER hade uttagit sina provkroppar på trissor från 1 och 10 m ovan mark.

Förutom tidpunkten påverkar även läget i stammen fuktigheten i det levande trädet. Härvid stiger fuktkvoten i splinten och svagt även i kärnan mot trädets topp samt från yttersta splinten in mot centrum, t. ex. HARTIG, 1874, 1885, 1892, KINNMAN, 1926, BOBERG och JUHLIN-DANFELT, 1928, BURGER m. fl., 1929 LAGERBERG, LUNDBERG och MELIN, 1927, LANGNER, 1932, JALAVA, 1933, 1934, SIIMENS, 1938, TUOMOLA, 1943, NYLINDER, 1950. Flera av dessa forskare, t. ex. BURGER, KINNMAN och NYLINDER kunde dock konstatera ett fuktkvotsfall från stubben några meter upp i stammen och först därefter en kontinuerlig stegring mot toppen.

Det största fuktfallet i tvärsnittet är vid kärngränsen och här kan en förflyttning av endast två à tre årsringar betyda en sänkning i fuktkvoten med ända upp till ca 100 %, VINTILA, 1929, NYLINDER, 1950.

Mellan träd från samma bestånd har BOBERG och JUHLIN-DANNFELT funnit, att behärskade och medhärskande träd ha en lägre fuktkvot i splinten än förhärskande, och med avseende på beståndstypen anser ANDERSSON, 1914, att fukthalten är lägre i virke från gallrade än från ogallrade bestånd.

De fuktighetsvariationer, som konstaterats i trädet med stigande höjd över marken eller mellan träd från olika ståndorter såväl med avseende på breddgrad som markslag, ansåg TUOMOLA, 1943, till största delen kunna tillskrivas variationer i torrvolymvikten.

Föreliggande material visar en påtaglig variation med årstiden, fig. 6 och 7. Det är emellertid svårt att finna enkla och entydiga samband mellan temperatur och nederbörd på ena sidan och vedens fuktkvot på den andra, fig. 8. LANGNERS teori, att kall och våt väderlek ger en hög fuktighet i veden och en varm och torr en låg, stämmer sålunda icke alltid för detta material, som

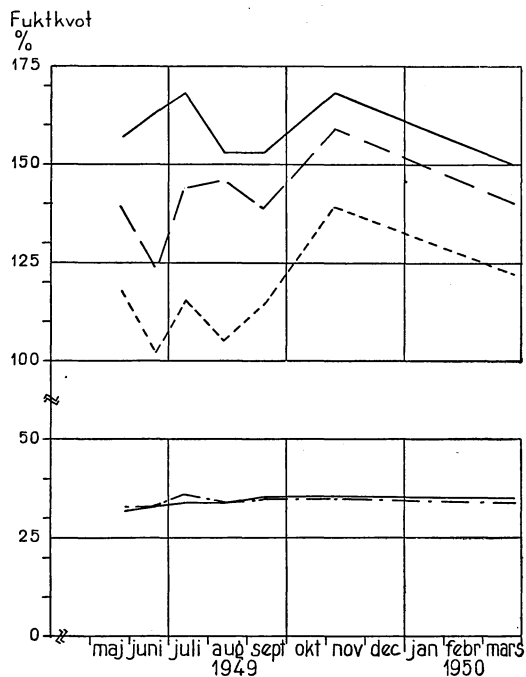


Fig. 6. Fuktighetens variation hos gran under olika årstider. 1 = yttre splint; 2 = mellansplint; 3 = inre splint; 4 = yttre kärna; 5 = inre kärna. Medeltal av 10, 20 och 30 % av trädhöjden.

Seasonal moisture variation of spruce. 1 = outer sapwood; 2 = middle sapwood; 3 = inner sapwood; 4 = outer heartwood; 5 = inner heartwood. Average for 10, 20 and 30 % of total height.

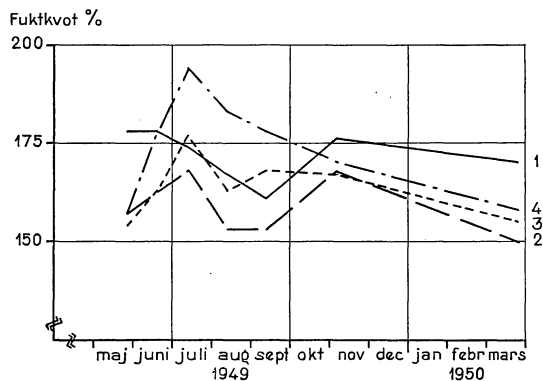


Fig. 7. Fuktkvotens variation i yttre splinten under olika årstider och för olika relativa höjder. 1 = stubbhöjd; 2 = medeltal av 10, 20 och 30 % av trädhöjden; 3 = 40, 50 och 60 %; 4 = 70, 80 och 90 % av trädhöjden.

Seasonal and altitudinal moisture variations in the outer sapwood. 1 = stump; 2 = 10, 20 and 30 % of total height; 3 = 40, 50 and 60 %; 4 = 70, 80 and 90 %.

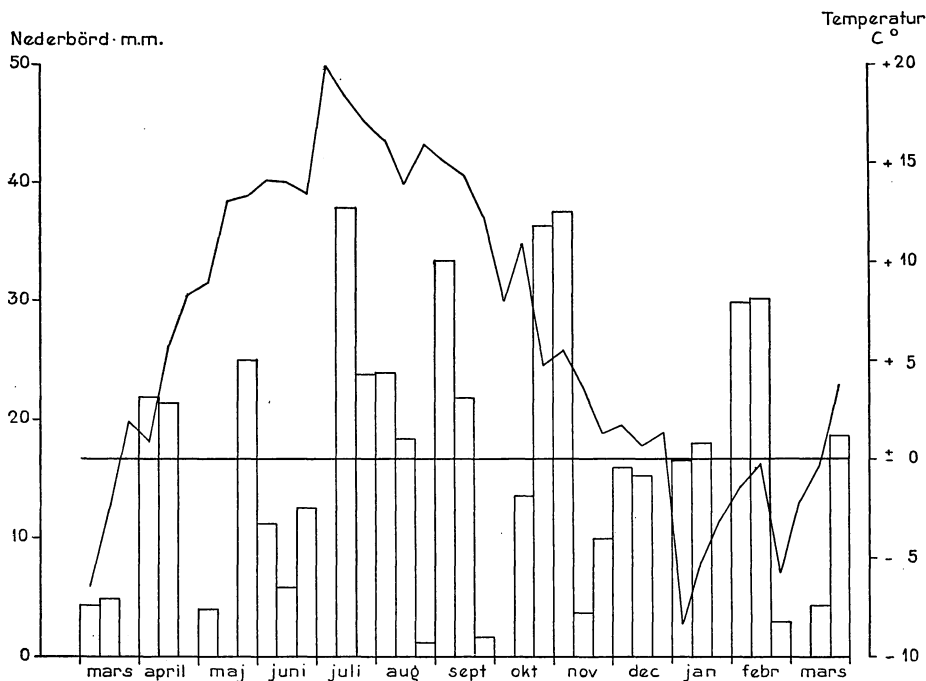


Fig. 8. Temperatur och nederbörd vid Svanshals meteorologiska station, ca 1 mil från provytan.

Temperature and precipitation at Svanshals meteorological station about 10 kilometres from the experimental ground.

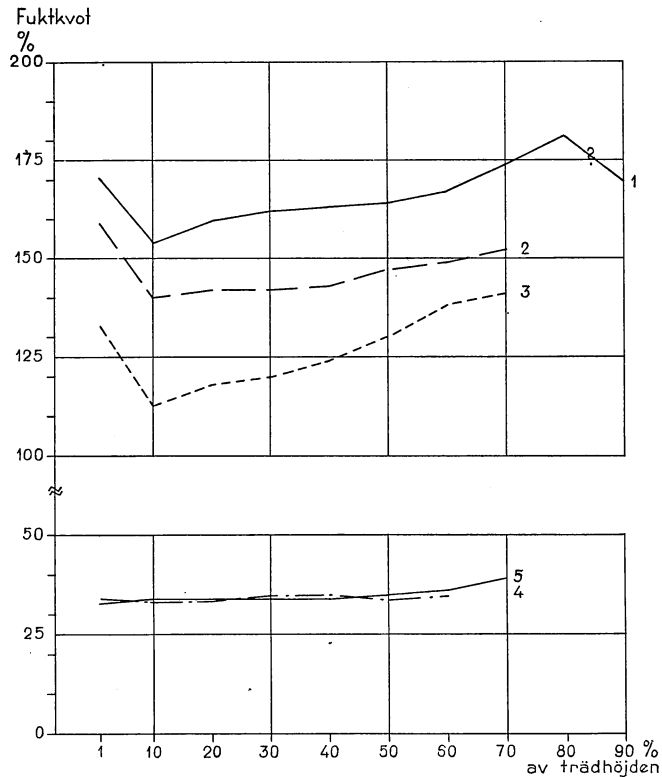


Fig. 9. Fuktkvotens genomsnittliga variation i tvärsnittet vid olika relativa höjder.
The variation of the moisture content in the cross-sections at various heights.

för övrigt torde kunna anses vara i minsta laget för att tåla en mer ingående jämförelse av detta slag.

Variationen med årstiden synes emellertid vara varken samtidig eller lika vid olika höjder i stammen, fig. 7. Sålunda visar sig fuktigheten i yttre splinten i toppsektionen ha en utpräglad maximipunkt i juli under det att i stubben fuktigheten är störst i juni och november. Utpräglade maximivärden uppvisar även fuktigheten i nedre delen av stammen under juli och november. Variationen är vidare i yttre splinten genomsnittligt större i toppsektionen än längre ned i stammen och i tvärsnittet, fig. 6, är variationen störst i inre splinten och minst i yttre.

En del av den nämnda större variationen i toppsektionen kan därför i viss mån förklaras med att provkropparna i yttre splinten upptaga en förhållandevis större del av tvärsnittet än motsvarande provkropp i en sektion i stammens nedre delar, även om antalet årsringar är det samma som längre ned i stammen.

Någon variation i fuktigheten med årstiden hos kärnan kan ej spåras, fig. 6.

Fuktighetens genomsnittliga variation i stammens olika delar framgår av

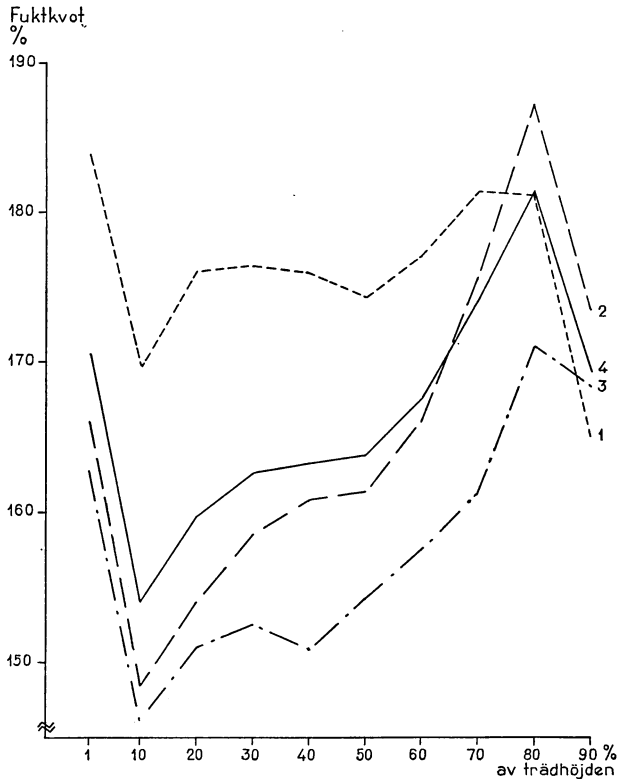


Fig. 10. Fuktkvotens i yttre splinten variation med höjden i stammen. 1 = träd med diam. brh. överstigande 20,0 cm; 2 = diam. brh. 16,0—19,9 och 3 = diam. brh. 12,0—15,9 cm p. b.; 4 = medeltal.

The variation in moisture content in the outer sapwood of trees of different heights. 1 = tree of diameter at breast height over 20 cm; 2 = 16.0—19.9 cm; 3 = 12.0—15.9 cm; 4 = average.

fig. 9. I splinten sjunker sålunda först fuktigheten från stubben till ungefär 10 % av höjden. Därpå följer en oavbruten stegring mot toppen. I själva toppsektionen är fuktkvoten i yttersta splinten lägre än vid 70 och 80 % av höjden. Orsaken härtill torde helt kunna förklaras av provtagningstekniken.

Någon nämnvärd variation i kärnans fuktighet kan ej påvisas.

Mellan olika träd finnes, som framgår av fig. 10, en stor skillnad i fuktkvoten. De grövsta träden uppvisa sålunda den största fuktkvoten och de klenaste den lägsta. Vidare är stigningen mot toppen från ca 10 % av trädhöjden ej så utpräglad hos de grova som hos de klena eller framför allt hos de medelgrova träden i beståndet.

Som fig. 10 avser yttre splinten och då årsringsbredden enligt LANGNER icke påverkar fuktigheten, ligger det nära till hands att tillskriva provningstekniken en viss del av variationen. Provkroppar från grova träd innehålla nämligen ett mindre antal årsringar än provkroppar från klena träd. Prov-

Tab. 6. Genomsnittlig fuktkvot i mittersta och innersta splinten hos olika grova träd.
Average moisture content in the middle and inner sapwood of spruce of different diameters.

Diameterklass Diameter class	Procentuell höjd Height as a percentage of total height								
	1	10	20	30	40	50	60	70	80
	Fuktkvot Moisture content								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Innersplint Inner sapwood									
12,0—15,9.....	121	100	108	108	112	121	128	142	134
16,0—19,9.....	128	109	114	114	121	128	139	138	141
20,0—.....	150	131	132	137	138	138	145	144	166
Mittensplint Middle sapwood									
12,0—15,9.....	150	136	138	139	143	148	144	149	
16,0—19,9.....	154	133	137	138	141	149	144	137	
20,0—.....	171	152	152	149	146	145	157	175	

kroppen från de grövre träden kommer därför att innehålla en relativt mindre del utefter radien än hos de klenare träden.

Detta bestyrkes delvis av sammanställningen i tab. 6, som visar, att skillnaden i fuktkvoten för inner- och mittensplinten för olika grova träd fortfarande består och att fuktkvoten för de grövsta träden är mindre än fuktkvoten för de klenaste i yttersta splinten, fig. 10. Denna sistnämnda skillnad är emellertid för liten för att helt kunna förklaras med att provkropparna från de olika träden ej innehålla motsvarande årsringar. En jämförelse mellan tab. 6 och fig. 10 visar för övrigt, att fuktkvoten i mittsplinten för de grövsta träden är ungefär lika stor som fuktkvoten hos de klenaste i yttersta splinten. Nedanstående sammanställning visar till sist, att skillnaden i antalet årsringar i splinten för de olika diameterklasserna ej är påfallande stor. För detta material vill det därför synas som om årsringsbredden skulle öva ett visst inflytande på fuktkvoten.

Diameterklass.....	12,0 —	16,0 —	20,0 —
Diameterklass			
Antal årsringar i splinten.....	18,8	19,9	19,8
Number of annual rings in sapwood			

I yttersta splinten är fuktkvoten genomsnittligt större mot norr än mot söder på stammen, tab. 7. Orsaken härtill torde i första hand kunna tillskrivas variationerna i torrvolymvikten. Denna visar sig nämligen genomsnittligt vara något lägre mot norr än mot söder.

Tab. 7. Genomsnittlig fuktkvot och torrvolymvikt i yttersta splintens norr- och södersida vid olika höjder i stammen.

Average moisture content and dry density (ovendry weight/ovendry volume) in the outer sapwood's north and south sides at different heights of the trunk.

Provkröppens läge Specimen's position	Höjd i stammen i procent Height as a percentage of total height									
	1	10	20	30	40	50	60	70	80	90
	Genomsnittlig fuktkvot Average moisture content									
Norr..... North	170,8	155,2	161,9	162,8	163,3	167,1	170,6	176,3	183,6	170,0
Söder..... South	170,2	152,6	160,8	162,3	163,1	160,6	164,5	171,5	179,5	169,1
	Genomsnittlig torrvolymvikt Average dry density									
Norr..... North	0,426	0,445	0,430	0,425	0,420	0,412	0,401	0,393	0,393	0,414
Söder..... South	0,429	0,454	0,437	0,426	0,417	0,413	0,408	0,396	0,396	0,413

En sammanställning har gjorts över fuktigheten i yttersta splinten omedelbart under och över krongränsen. Det framgår av denna, att krongränsen eller någon därmed korrelerande egenskap svagt synes påverka fuktigheten så att denna stiger kraftigare i anslutning till krongränsen.

Genomsnittligt avstånd från krongränsen i procent av trädhöjden (— nedåt;

+ uppåt)..... — 15 % — 5 % + 5 % + 15 %

Average distance from crown as a percentage of total height (— downwards; + upwards

Genomsnittlig fuktkvot..... 161,2 160,1 165,8 168,8

Average moisture content

Genomsnittlig torrvolymvikt..... 0,426 0,416 0,408 0,402

Average dry density

Variationen synes således i detta fall ej, som senare skall visas i annat sammanhang, vara en direkt följd av torrvolymviktens variationer.

Som tidigare nämnts, s. 12, ansåg TUOMOLA, att man till största delen skulle kunna förklara fuktighetens variationer såsom en följd av variationer i vedens struktur och då framför allt i volymvikten.

I ett antal figurer har redovisats råvolymviktens, fig. 15, torrvolymviktens, höstvedhaltens och årsringsbreddens, fig. 18, genomsnittliga variationer i yttersta splinten hos olika grova träd. En jämförelse mellan dessa figurer och fig. 10, som återger fuktigheten i yttersta splinten, visar, att vissa samband kunna spåras och framför allt gäller detta mellan fuktigheten och torrvolymvikten.

Om detta sistnämnda samband är påtagligt bör det enklast kunna komma till uttryck genom en beräkning av volymen luft i veden.

Med hjälp av diagrammet i fig. 11 har därför volymandelen luft i procent av vedens friska volym beräknats. Diagrammet har uppgjorts på grundval av ekvationen:

$$l = 100 - R \left(u + \frac{100}{1,53} \right)$$

där l = volymdelen luft, R = vedens torr-råvolymvikt,

u = fuktkvoten och 1,53 träsubstansens spec. vikt, NYLINDER, 1950.

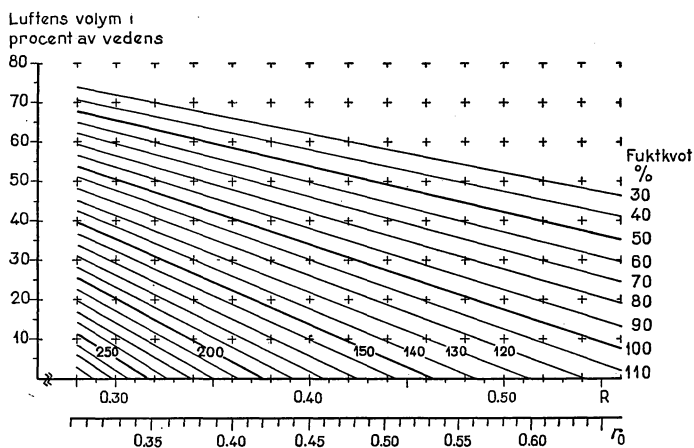


Fig. 11. Nomogram för bestämning av luftens volym i veden när vedens fuktkvot och torrvolymvikt r_0 eller rå-torrvolymvikt är känd.

Nomogram showing the volume of air as a percentage of the volume of wood when moisture content and dry density (ovendry/ovendry) or green-dry density (ovendry/green) are known.

Det visar sig härvid, fig. 12, att icke i något fall maximal fuktighet råder i veden. I själva verket torde det endast vara i den under bildning varande årsringen som vattenmättnad råder.

De skillnader, som tidigare konstaterats i fråga om fuktkvoten i yttre splinten mellan olika grova träd, har nu utjämnats och andelen luft i yttre splintens ved synes endast svagt variera både med avseende på höjden i stammen och mellan träd av olika grovlekar.

Luftvolymens i veden variation med årstiden har lagts upp grafiskt i fig. 13. Det framgår av denna, att volymen luft i yttersta splintens ved uppvisar ett maximum i augusti och i mars, dvs. i stort sett det omvända mot fuktigheten.

För rotsektionen kan endast urskiljas ett maximum i augusti.

För de inre delarna av splinten äro variationerna mer oregelbundna. För

Luftens volym i
procent av vedens

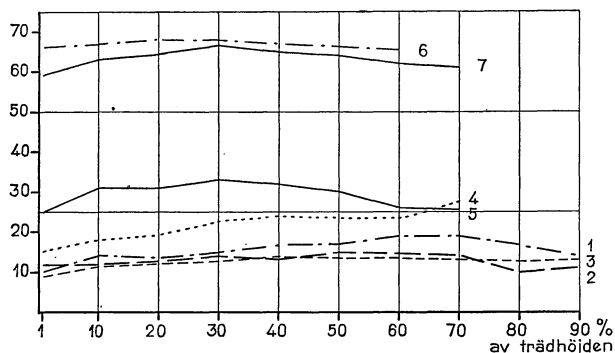


Fig. 12. Luftens volym i procent av vedens vid olika höjder 1; 2 och 3 motsvarande i fig. 10; 4 = mittensplint; 5 = inre splint; 6 = yttre kärna; 7 = inre kärna; 4—7 medeltal för samtliga träd.

Volume of air as a percentage of the volume of wood at different heights. 1, 2 and 3 similar as in Fig. 10; 4 = middle sapwood, 5 = inner sapwood, 6 = outer heartwood, 7 = inner heartwood, 4—7 = average for all the trees.

Luftens volym i
procent av vedens

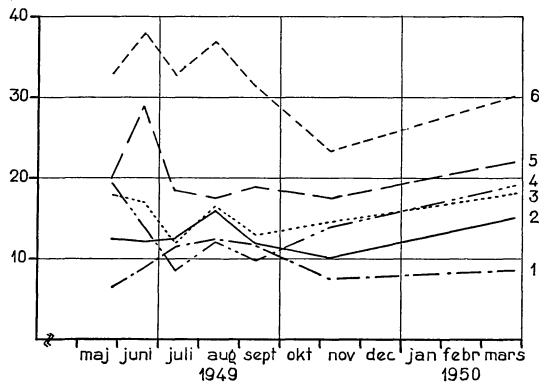


Fig. 13. Luftvolymens variation hos veden under olika årtider. 1 = vid stubben; 2 = 10—30 %; 3 = 40—60 %; 4 = 70—90 % av stamhöjden. 1—4 = yttre splinten; 5 = mittensplinten 10—30 %; 6 = inre splinten 10—30 % av trädhöjden.

Seasonal variations of air volume in wood. 1 = at the stump, 2 = average of 10—30 % of total height, 3 = 40—60 %, 4 = 70—90 %. 1—4 = outer sapwood, 5 = middle sapwood 10—30 %, 6 = inner sapwood 10—30 % of total height.

innersta splinten kan sålunda urskiljas maximivärden i juni och augusti och för mittensplinten endast en maximipunkt, nämligen i juni. Observationerna i mitten och innersta splinten avser medeltalen av höjderna 10, 20 och 30 %.

Den variation i fuktigheten, som kunnat iakttagas inom splinten med årtiden och inom olika delar av splinten samt mellan olika träd består även i fråga om luftandelens variation för årtiden och mellan splintens olika delar i tvärsnittet men endast svagt i fråga om höjdläget i stammen och mellan olika träd.

Om det således är torrvolymvikten (TUOMOLA) eller om det på grund av lagarna för vätsketransporten i samma transversella ledningsbanor är volymdelen luft, som bestämmer fuktkvoten, eller eventuellt andra faktorer, skall här ej närmare diskuteras. Till dessa problem hoppas författaren få återkomma i andra pågående och planerade undersökningar.

Från vissa synpunkter sett, t. ex. flottning, är det sammansättningen av komponenterna fuktkvot och torrvolymvikt, dvs. råvolymvikten, som är av intresse att studera. (Råvolymvikten = vedens vikt i fuktigt tillstånd dividerad med volymen vid samma fuktighet, NYLINDER, 1950, s. 170).

Av fig. 14, som återger råvolymviktens variation inom det växande trädet,

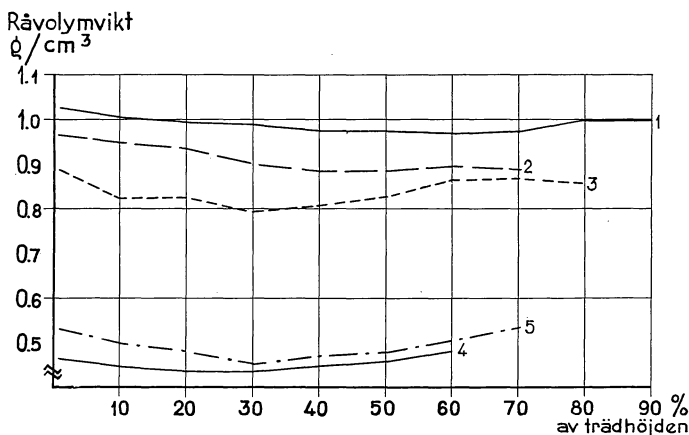


Fig. 14. Råvolymviktens variation i tvärsnittet vid olika relativa höjder: 1 = yttre splinten; 2 = mittensplinten; 3 = inre splinten; 4 = yttre kärnan; 5 = inre kärnan.

Green density (green/green) variation in cross-section at different heights. 1 = outer sapwood, 2 = middle sapwood, 3 = inner sapwood, 4 = outer heartwood, 5 = inner heartwood.

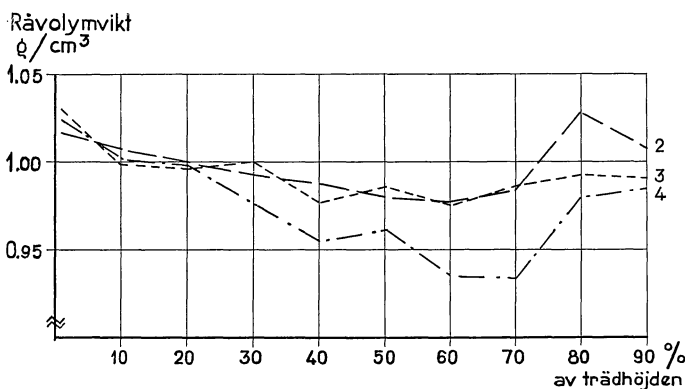


Fig. 15. Råvolymviktens variation i yttre splinten. 2 = traddiameter 16,0—19,9 cm; 3 = 20,0 cm och grövre; 4 = 12,0—15,9 cm i bröst höjd.

Green density (green/green) variation in outer sapwood. 2 = tree diameter 16.0—19.9 cm, 3 = 20.0 and over, 4 = 12.0—15.9 cm at breast height.

framgår, att kärnans råvolymvikt genomsnittligt är ca 0,5 g/cm³. I splinten stiger genomsnittligt råvolymvikten från ca 0,85 g/cm³ i innersta splinten till ca 1,0 g/cm³ i yttersta splinten.

Tab. 8. Medelvärde och medelavvikelse för råvolymvikten i kg per m³ i yttersta splinten hos gran.

Average and standard deviation of green density (green weight/green volume) in kg per m³ in the outer sapwood of spruce.

Text	Höjd i stammen i % av trådhöjd Height as a percentage of total height									
	1	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Medelvärde.....	1 023	1 004	998	991	977	977	967	972	999	996
Average										
Medelavvikelse.....	56	71	63	76	78	73	86	89	77	62
Standard deviation										

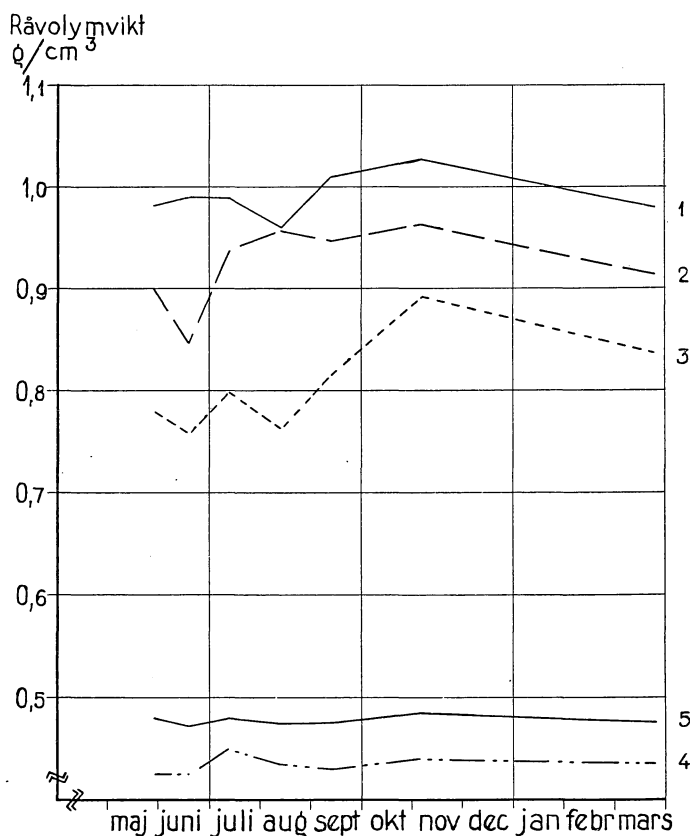


Fig. 16. Råvolymviktens variation med årstiden. 1 = yttre splinten; 2 = mittensplinten; 3 = inre splinten; 4 = yttre kärnan; 5 = inre kärnan.

Green density (green/green) seasonal variation. 1 = outer sapwood, 2 = middle sapwood, 3 = inner sapwood, 4 = outer heartwood, 5 = inner heartwood.

Variationen mellan träden är emellertid rätt stor, vilket framgår av fig. 15 och tab. 8. I den senare redovisas genomsnittligt för hela året medelvärden jämte medelavvikelser för råvolymvikten i yttersta splinten vid olika höjd å stammen.

Även variationerna i råvolymvikten under olika delar av året äro påtagliga, fig. 16 och 17, och i stort sett följa fuktkvots- och råvolymviktskurvorna varandra. Skillnaderna mellan splintens råvolymvikt i november och mars uppgår till ca 50 kg/m^3 f. En rätt avpassad huggningstid kan således vara fullt tillräcklig för att få t. ex. befarat sjunkvirke att klart flyta.

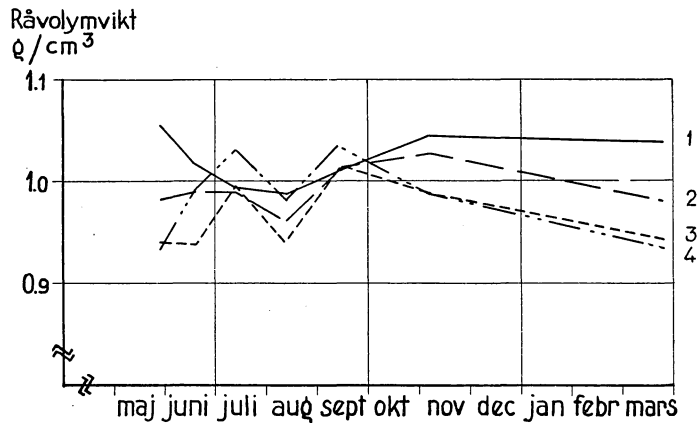


Fig. 17. Råvolymviktens variation i yttre splinten. 1 = 1 %; 2 = 10—30 %; 3 = 40—60 %; 4 = 70—90 % av trådhöjden.

Green density variation in outer sapwood. 1 = 1 %, 2 = 10—30 %, 3 = 40—60 %, 4 = 70—90 % of tree height.

Torrvolymviktens variationer

Kännedomen om variationerna i torrvolymvikten hos ett trädslag är av största betydelse för trädslagens rätta förädling och användning. Undersökningar över torrvolymvikten har därför helt naturligt utförts sedan lång tid tillbaka. För granen konstaterade t. ex. redan NÖRDLINGER, 1860, att torrvolymvikten i splinten steg mot krongränsen för att sedan avtaga mot toppen men att den i toppen fortfarande var större än i roten.

I motsats till förhållandet hos exempelvis tallen har emellertid senare ett flertal forskare funnits, att hos granen torrvolymviktens variationer med stigande höjd i stammen äro små och att det icke finnes någon större skillnad mellan topp-, mellan och rotsektionerna i samma träd, t. ex. SCHWAPPACH, 1898, KINNMAN, 1923 och 1928, LUNDBERG, 1928, JOHANSSON, 1939, TRENDLENBURG, 1939, NYLINDER, 1950.

På granmaterial från Bergslagen och Södermanland samt från Norrland och Omberg har resp. LUNDBERG, 1928 och KINNMAN, 1923 och 1928, funnit en viss tendens till stegring av torrvolymvikten mot toppen. LUNDBERG fann också, att denna stegring var större ju sämre trädets stamform var.

Mellan splinten och kärnans torrvolymvikt i ett och samma träd kunde LUNDBERG ej finna någon större skillnad. Under i övrigt lika förhållanden har däremot KINNMAN funnit, att den vid hög ålder avsatta veden har en lägre torrvolymvikt än den under trädets tidigare levnad avsatte veden.

Ifråga om klimatets inflytande på torrvolymvikten anser GAYER, 1921, att vid jämförbara förhållanden det för varje träslag finnes ett visst optimum och när klimatbetingelserna bli sämre eller bättre än detta optimum så sjunker vedens torrvolymvikt. Allmänt känt är ju också att granen mot fjällkanten bildar en ved med låg torrvolymvikt.

Med avseende på bonitetens inflytande har KLEM, 1934, funnit, att en högre bonitet ger en lägre torrvolymvikt än medelgoda och dåliga boniteter och WIJKANDER, 1897, anser, att det värdefullaste granvirket med avseende på torrvolymvikten erhålles från torra marker och från slutna bestånd.

Då torrvolymviktsbestämningar i allmänhet äro tidsödande har man sedan länge sökt finna samband mellan torrvolymvikten och andra mer lättbestämda faktorer såsom årsringsbredd och höstvedhalt.

JANKA m. fl., 1904 som nedlagt mycket arbete för att utreda dessa samband, konstaterade, att ingen starkare korrelation fanns mellan årsringsbredd och torrvolymvikt. Ett visst samband kunde JANKA dock konstatera för träd från ett och samma bestånd. Liknande resultat har senare bl. a. KINNMAN, 1923 och 1928, LUNDBERG, 1928, MORK, 1928, KLEM, 1929, erhållit.

Med en bestämning även av höstvedhalten stiger möjligheterna att noggrannare bestämma torrvolymvikten, t. ex. HARTIG, 1874 m. fl., JANKA, 1904 m. fl., ENEROTH, 1922, KINNMAN, 1923 och 1928, LUNDBERG, 1928, MORK, 1928, NERGAARD, 1920, KLEM, 1929 m. fl., BURGER, 1937 m. fl., JOHANSSON, 1939. Flera av dessa forskare påpeka emellertid, att ej heller förhållandet mellan vår- och höstved ger en helt nöjaktig förklaring till torrvolymviktens variationer.

Den troligen viktigaste orsaken till volymviktens variationer är cellernas byggnad. Sålunda ha t. ex. BERTOG, 1895, JOHANSSON, 1939, påvisat, att såväl celltätheten som cellväggens tjocklek starkt påverkar torrvolymvikten.

Även höstvedhaltens variationer inom trädstammen har tidigare varit föremål för ett flertal undersökningar. Sålunda fann t. ex. KLEM, 1929, att höstvedhalten steg från mårgen mot kambiet och för träd i slutna bestånd sjönk höstvedhalten långsamt mot krongränsen för att därpå inom kronan snabbare sjunka mot toppen. KLEM iakttog också, att för träd med dålig stamform var sänkningen av höstvedhalten mer jämn från rot till topp. Över sambandet

mellan årsringsbredd och höstvedhalt fann KLEM, att i ett och samma träd en smalare årsringsbredd gav en högre höstvedhalt. Detta samband var dock mer osäkert för små årsringsbredder. Som regel gav vidare en bättre bonitet en större höstvedhalt för samma årsringsbredd än en sämre bonitet.

Med avseende på årsringsbreddens variationer i stammen fann SCHWAPPACH, 1898, att årsringsbredden svagt steg mot krongränsen för att sedan avtaga mot toppen. KINNMAN, 1928, åter kunde konstatera, att årsringsbredden steg med stigande höjd i stammen och KLEM, 1929, fann, att årsringsbredden hos ett träd står i ett visst förhållande till kronans storlek.

Den genomsnittliga variationen hos torrvolymvikten med stigande höjd i stammen och i olika delar av tvärsnittet framgår av fig. 18—22. I dessa figurer har en uppdelning av materialet skett i tre grupper med avseende på trädens brösthöjdsdiameter.

Av fig. 18, som återger förhållandena i yttre splinten framgår, att torrvolymvikten först stiger från stubben till ca 10 % av stamhöjden för att sedan kontinuerligt avtaga till ca 80 %, varpå en svag stegring i torrvolymvikten kan iakttagas. Skillnaden mellan topp- och rotsektionen är större hos de klena och medelgrova än hos de grova stammarna. För mittensplinten, fig. 19, äro

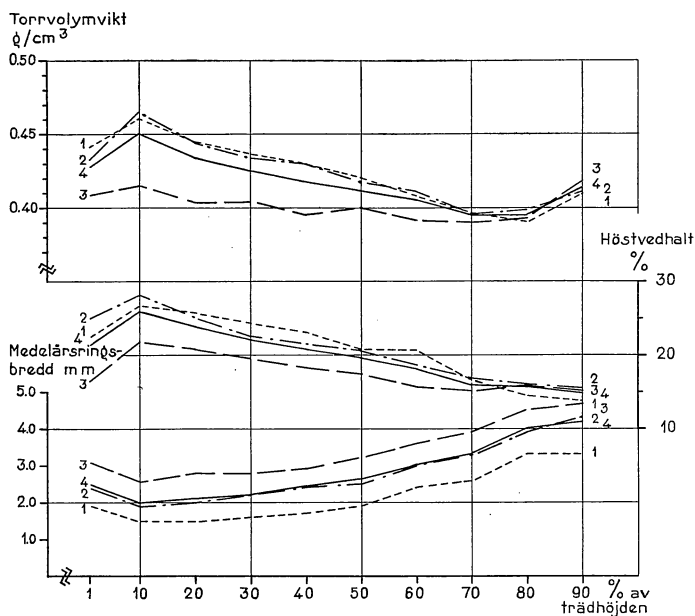


Fig. 18. Torrvolymvikts, höstvedhaltens och medelårsringsbreddens variation med trädhöjden i yttre splinten. 1 = brösthöjdsdiameter 12,0—15,9 cm; 2 = diam. brh. 16,0—19,9 cm; 3 = diam. brh. 20,0— cm; 4 = medeltal av 1, 2 och 3. Variations in the outer sapwood at different heights of dry density, summer wood and breadth of annual rings. 1 = diameter at breast height 12.0—15.9 cm, 2 = diameter at breast height 16.0—19.9 cm, 3 = diameter at breast height 20.0— cm, 4 = average for 1, 2 and 3.

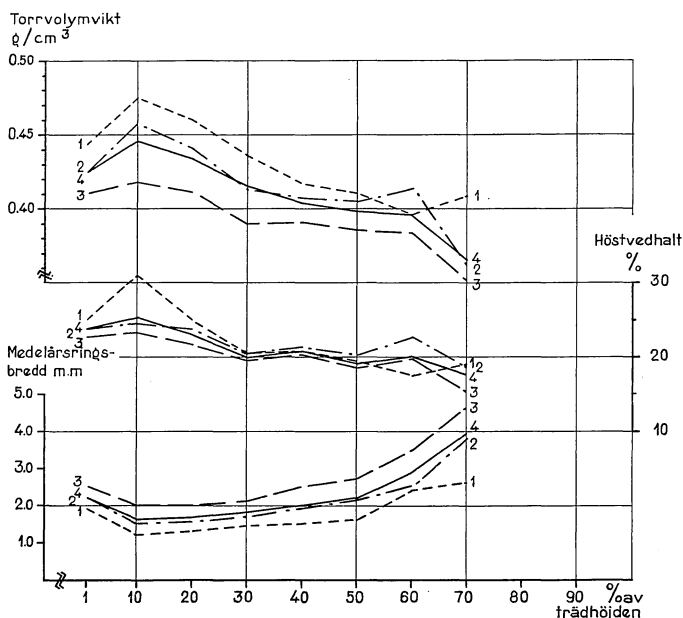


Fig. 19. Torrvolymviktens, höstvedhaltens och årsringsbreddens variation med trädhöjden i mittensplinten. 1—4 se fig. 18.

Variations in the middle sapwood at different heights of dry density, summer wood and breadth of annual rings. 1—4, see Fig. 18.

förhållandena likartade yttre splinten. Torrvolymviktens sänkning mot toppen är emellertid kraftigare i mittensplinten än i yttre splinten och vidare är skillnaden mellan medelgrova och klena stammar större för mittensplinten än för yttre splinten.

Torrvolymviktens variationer i inre splinten företer i stort sett samma bild som för mittensplinten, fig. 20. För såväl de medelgrova som klena stammarna avbrytas dock den kontinuerliga sänkningen i torrvolymvikten mot toppen av en svag stigning vid ca 40 % av trädhöjden. Vid ca 60 % börjar sedan åter torrvolymvikten att sjunka.

För kärnan, fig. 21 och 22, företer torrvolymviktens variationer i viss mån en avvikande bild i jämförelse med förhållandena i splinten. I kärnan sjunker sålunda först torrvolymvikten till ca 20 % av stamhöjden för yttre och ca 30 % för inre kärnan för att sedan oavbrutet stiga mot toppen. Denna sänkning resp. stigning i torrvolymvikten är kraftigare för inre än för yttre kärnan. Skillnaden mellan olika grova träd är däremot för inre kärnan betydligt mindre än för yttre kärnan.

I fig. 23 har en sammanställning gjorts över den genomsnittliga variationen i torrvolymvikten i olika delar av stammen. Av figuren framgår klart hur torr-

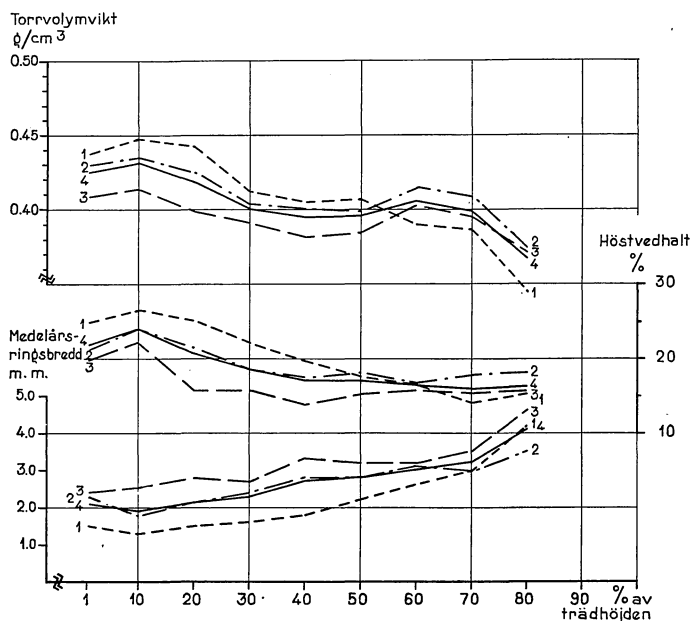


Fig. 20. Torrvolymviktens, höstvedhaltens och medelårsringsbreddens variationer med trädhöjden i inre splinten. 1—4 se fig. 18.
Variations in the inner sapwood at different heights of dry density, summer wood and breadth of annual rings. 1—4, see Fig. 18.

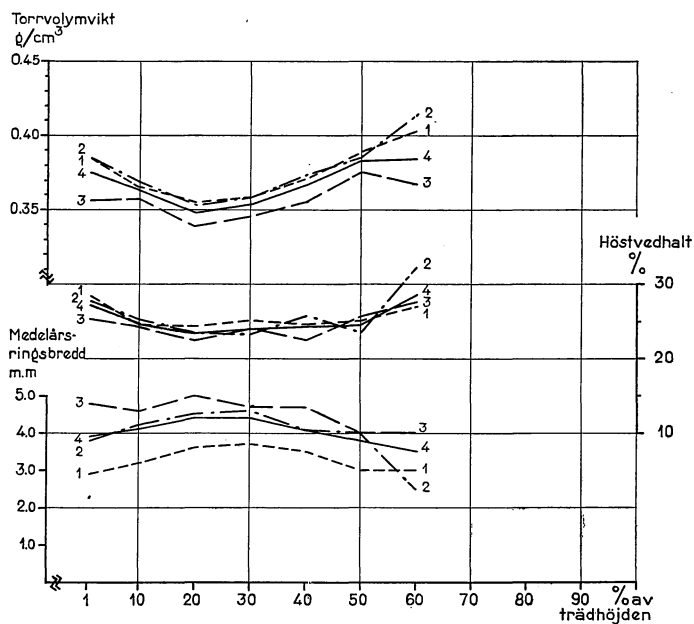


Fig. 21. Torrvolymviktens, höstvedhaltens och årsringsbreddens variationer i yttre kärnan. 1—4 se fig. 18.
Variations in the outer heartwood at different heights of dry density, summer wood and breadth of annual rings. 1—4, see Fig. 18.

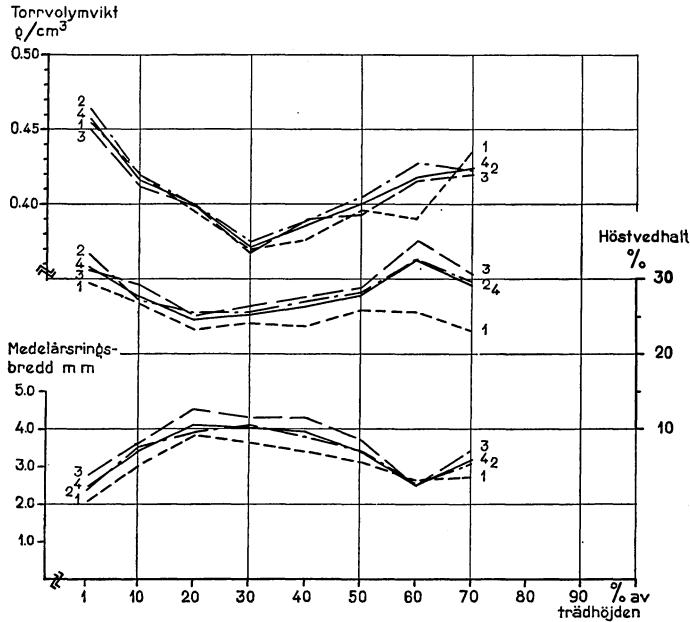


Fig. 22. Torrvolymviktens, höstvedhaltens och årsringsbreddens variationer i inre kärnan. 1—4 se fig. 18.

Variations in the inner heartwood at different heights of dry density, summer wood and breadth of annual rings. 1—4, see Fig. 18.

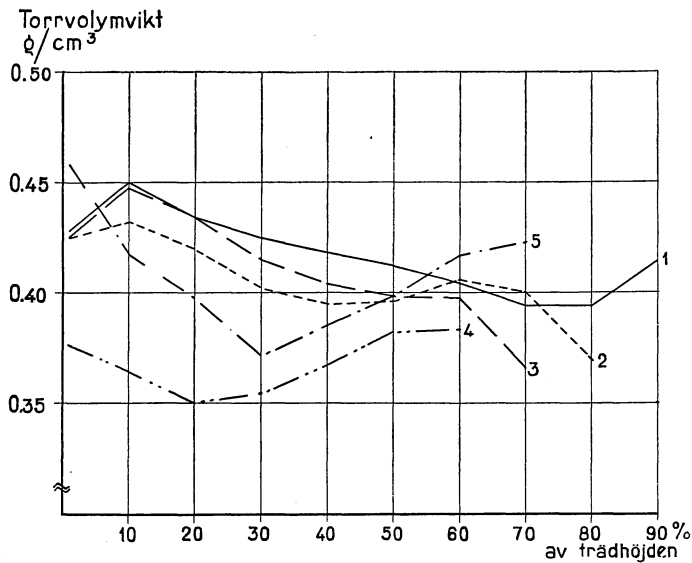


Fig. 23. Torrvolymviktens variationer i tvärsnittet vid olika relativa höjder; 1 = yttre splinten; 2 = mittensplinten; 3 = inre splinten; 4 = yttre kärnan; 5 = inre kärnan.

Variation in dry density in cross-section at different heights. 1 = outer sapwood, 2 = middle sapwood, 3 = inner sapwood, 4 = outer heartwood, 5 = inner heartwood.

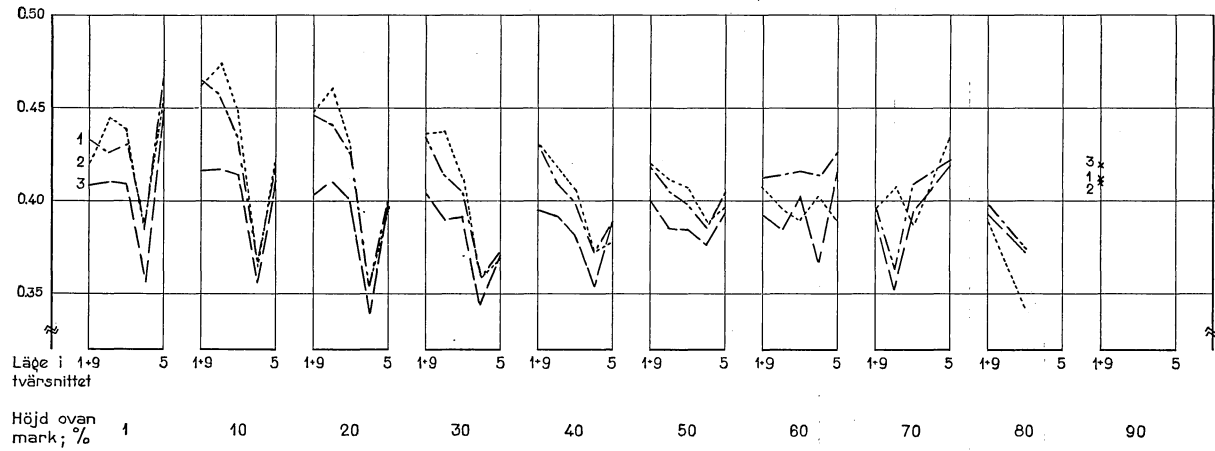


Fig. 24. Torrvolymviktens variationer i tvärsnittet vid olika relativa höjder. 1 = träd med en diam. brh. av 12,0—15,9 cm; 2 = 16,0—19,9 cm; 3 = 20,0—cm p. b. Beträffande »läge i tvärsnittet», jfr fig. 1. Siffran 5 avser sålunda inre kärnan och 1+9 yttersta splinten.

Variation in dry density in cross-section at different heights. 1 = tree of breast-height diameter of 12.0—15.9 cm, 2 = 16.0—19.9 cm, 3 = 20.0—cm outside the bark. For the position in the cross-section compare with fig. 1.

volymvikten i hela stammens utsträckning först sjunker från märgen till yttre kärnan för att sedan åter stiga mot kambiet.

En mer överskådlig bild av torrvolymviktens variationer i tvärsnittet framgår av fig. 24. Denna visar, att sänkningen från märgen är genomsnittligt kraftigare för de nedre delarna av stammen än högre upp.

Det bör kanske än en gång påpekas, att en jämförelse mellan tvärsnittets delar vid olika höjder icke med undantag för yttre splinten kommer att omfatta samma årsringar. Uppdelningen av tvärsnittet är således endast relativ med utgångspunkt från kärngränsen. Mittensplinten i en lågt liggande sektion kan därför innehålla samma årsringar som inre splinten i en något högre liggande sektion eller som yttre kärnan i en ytterligare något högre upp belägen sektion etc.

För att åskådliggöra materialets fördelning på olika torrvolymviktsklasser har detta redovisats efter uppdelning enligt olika principer i tre frekvensdiagram, fig. 25—27. Frekvensen har härvid angivits i procent av antalet i varje enskild grupp. Av diagrammen framgår, att fördelningskurvorna förhållandevis väl överensstämmer med normalfördelningen. Diagrammen för de olika grupperna provkroppar i splinten och kärnan visa, som även tidigare framgått av de diskuterade figurerna, att torrvolymvikten för yttre kärnan

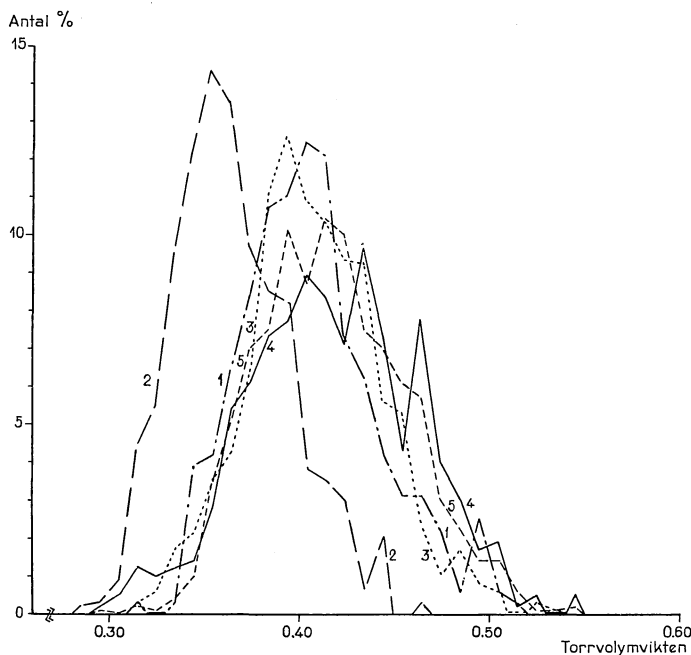


Fig. 25. Fördelningskurvor för torrvolymvikten. 1 = inre kärnan; 2 = yttre kärnan; 3 = inre splinten; 4 = mittensplinten; 5 = yttre splinten.
Frequency curves for dry density. 1 = inner heartwood, 2 = outer heartwood, 3 = inner sapwood, 4 = middle sapwood, 5 = outer sapwood.

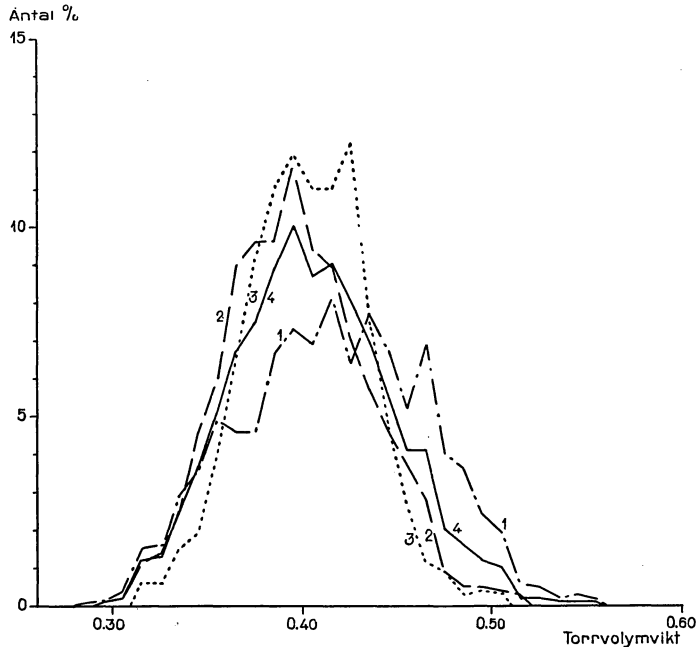


Fig. 26. Fördelningskurvor för torrvolymvikten.

- 1 = provkroppar från 1, 10 och 20 % av trädhöjden
 2 = » » » 30, 40 » 50 % » »
 3 = » » » 60, 70, 80 och 90 % av trädhöjden
 4 = totala materialet

Frequency curves for dry density.

- 1 = specimens from 1, 10 and 20 % of total height
 2 = » » » 30, 40 » 50 % » »
 3 = » » » 60, 70, 80 and 90 % of total height
 4 = entire material.

är genomsnittligt lägre för de övriga grupperna, fig. 25. Det visar sig också, att även medelavvikelsen är lägre, vilket ger sig till känna i en från sidorna mer sammanpressad kurva.

Uppdelningen i en rot-, mellan- och toppdel, fig. 26, ger vid handen, att torrvolymviktens medelavvikelse är större för rotdelen än för övriga delar av trädet. Uppdelningen i olika grova stammar visar till sist, att torrvolymviktens variationer är något mindre för de grova än för de medelgrova och klena stammarna i beståndet, fig. 27.

Höstvedhaltens och årsringsbreddens genomsnittliga variationer inom stammen framgår av fig. 18—22. För yttre splinten, som innehåller samma årsringar genom hela stammen, visar sig årsringsbredden först svagt sjunka från stubben till ca 10 % av stamhöjden, därefter stiger årsringsbredden kontinuerligt mot toppen. Samma förhållande gäller i stort även för övriga delar av splinten. I yttre kärnan varierar årsringsbredden förhållandevis litet genom

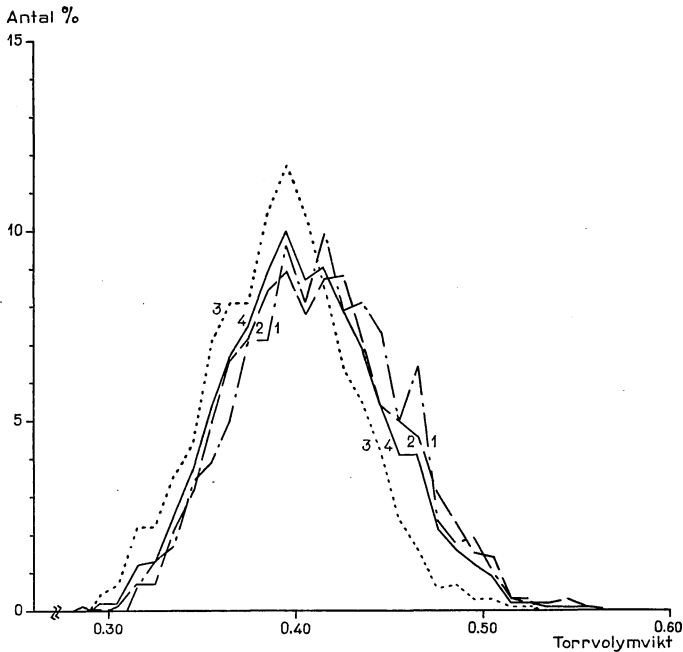


Fig. 27. Fördelningskurvor för torrvolymvikten.

- 1 = diam. brh. 12,0—15,9 cm
 2 = » » 16,0—19,9 »
 3 = » » 20,0— »
 4 = totala materialet

Frequency curves for dry density.

- 1 = diameter at breast height 12.0—15.9 cm
 2 = » » » » 16.0—19.9 »
 3 = » » » » 20.0— »
 4 = entire material.

hela stammen under det att för inre kärnan den först är stigande upp till ca 20 % av stamhöjden; är sedan tämligen konstant till ca 40 % varpå en svag sänkning kan förmärkas till ca 60 % av stamhöjden. Härefter stiger årsringsbredden på nytt.

Höstvedhaltens variationer är det motsatta mot årsringsbreddens. Dock visar det sig, att för inre kärnan de klenare stammarna, som ha en mindre årsringsbredd, även ha en lägre höstvedhalt än de grova och medelgrova träden.

Fig. 18—22 visa också, att det genomsnittligt råder ett tämligen starkt samband mellan torrvolymvikten å ena sidan och årsringsbredden eller höstvedhalten å den andra.

Tidigare, s. 16, visades, att fuktigheten i yttersta splinten genomsnittligt var större i stammens nordsida än i dess sydsida och att detta med största sannolikhet var en följd, direkt eller indirekt, av den lägre torrvolymvikten i stammens nordsida. En variansanalys, tab. 9, varvid inverkan av läget i

Tab. 9. Variansanalys för jämförelse mellan torrvolymvikten i yttre splinten i stammens nord- respektive sydsida.
 Analysis of variations in comparison between the dry density of the outer sapwood on north and south sides of the trunk.

Variationsorsak Source of variation	Diameterklass, cm. Diameterclass, cm.								
	12,0 —			16,0 —			20,0 —		
	Frihets- grader Degrees of freedom	Kvadrat- summa Sum of squares	Varians Variance	Frihets- grader Degrees of freedom	Kvadrat- summa Sum of squares	Varians Variance	Frihets- grader Degrees of freedom	Kvadrat- summa Sum of squares	Varians Variance
Summa samling..... Total	257	0,351546		454	0,776216		324	0,334557	
Mellan relativa stamhöjder..... Between percentage heights	9	0,123557		9	0,186845		9	0,029681	
Inom relativa stamhöjder Within percentage heights									
Mellan provkloss norr o. söder.. Between specimens north and south	10	0,003187	0,0003187	10	0,004712	0,0004712	10	0,003279	0,0003279
Inom provkloss norr o. söder... Within specimens north and south	238	0,224802	0,0009445	435	0,584659	0,0013440	305	0,301597	0,0009888

Varianskvot: $F = \frac{0,0009445}{0,0003187} = 2,96^*$
 Variance quotients:

$F = \frac{0,0013440}{0,0004712} = 2,85^*$

$F = \frac{0,0009888}{0,0003279} = 3,02^{**}$

stammen eliminerats, visar, att för samtliga tre diameterklasser en tendens finnes till högre torrvolymvikt i stammens sydsida än i dess nordsida. Den högre volymvikten i stammens sydsida kan bero på ett flertal orsaker. Närmast till hands ligger det att tänka sig, att stammarna på grund av ensidig vindpåkänning byggt upp en härför bättre anpassad ved med viss tjurvedbildning. Tab. 10 visar emellertid, att varken höstvedhalten eller årsringsbredden ger belägg för att så skulle vara fallet. Det är sålunda troligt, att skillnaden beror på andra orsaker, t. ex. är en följd av vid cellbildningen förefintliga fysiologiska olikheter i stammens nord- och sydsida.

Tab. 10. Genomsnittlig torrvolymvikt, medelårsringsbredd och höstvedhalt i yttre splinten i stammens nord- och sydsida.

Average dry density, breadth of annual rings, summer wood content in outer sapwood.

Provkroppens läge Position of specimen	Höjd i stammen i procent Height as a percentage of total height									
	1	10	20	30	40	50	60	70	80	90
	Torrvolymvikt Dry density									
Norr. North	0,426	0,445	0,430	0,425	0,420	0,412	0,401	0,393	0,393	0,414
Söder. South	0,429	0,454	0,437	0,426	0,417	0,413	0,408	0,396	0,396	0,413
	Höstvedhalt Summer wood content									
Norr. North	0,510	0,511	0,511	0,521	0,530	0,519	0,530	0,531	0,529	0,530
Söder. South	0,509	0,510	0,510	0,519	0,531	0,500	0,529	0,511	0,528	0,498
	Medelårsringsbredd Breadth of annual rings									
Norr. North	0,508	0,504	0,522	0,525	0,540	0,512	0,526	0,533	0,530	0,528
Söder. South	0,501	0,508	0,504	0,526	0,536	0,492	0,524	0,515	0,532	0,505

En sammanställning av de fyra klenaste träden, fyra av de medelgrova och de fyra grövsta, tab. 11, visar, att vid samma årsringsbredd och samma höstvedhalt de medelgrova träden genomsnittligt visa en något större torrvolymvikt än de klenaste och de grövsta träden. Orsaken till dessa skillnader kommer att beröras längre fram.

Sambandet mellan torrvolymvikten och ett antal faktorer har studerats med hjälp av regressionsanalysen, funktion nr 1, tab. 12. Det visar sig härvid att under i övrigt lika förhållanden torrvolymvikten sjunker med stigande årsringsbredd, stiger med stigande höstvedhalt samt är större för de medelgrova än för de klena och grova träden. Med avseende på läget i stammen så sjunker först torrvolymvikten från mörgen i riktning mot kambiet. Denna sänkning blir emellertid mindre och mindre och övergår så småningom i en stegring.

Tab. II. Genomsnittlig torrvolymvikt för materialets fyra klenaste, fyra grävsta' och fyra medelgrova träd, fördelade efter medelårsringsbredd och höstvedhalt.

Average dry density of 4 smallest, 4 largest and 4 average trees, sorted by breadth of annual rings and summer wood content.

Höst- vedhalt Summer wood content %	Medel- diam. Average diameter cm	Medelårsringsbredd Average breadth of annual rings										
		— 0,75	0,75 —	1,25 —	1,75 —	2,25 —	2,75 —	3,25 —	3,75 —	4,25 —	4,75 —	5,25 —
		Genomsnittlig torrvolymvikt (antal) Average dry density (Number)										
— 12,4	14,1				0,410 (3)	0,350 (2)	0,364 (4)	0,370 (9)	0,352 (7)	0,333 (5)	0,358 (2)	—
	18,8			0,398 (1)	0,402 (4)	0,384 (4)	0,409 (5)	0,378 (3)	0,368 (2)	0,348 (7)	0,367 (16)	0,341 (8)
	24,1				0,394 (3)	0,383 (3)	0,362 (11)	0,363 (20)	0,358 (21)	0,353 (15)	0,347 (12)	0,345 (14)
12,5 — 22,4	14,1		0,431 (5)	0,414 (35)	0,403 (17)	0,377 (16)	0,378 (21)	0,366 (14)	0,357 (10)	0,349 (3)	0,374 (3)	—
	18,8		0,449 (9)	0,436 (29)	0,417 (37)	0,410 (24)	0,394 (24)	0,387 (9)	0,384 (7)	0,389 (11)	0,392 (9)	0,352 (2)
	24,1		—	0,418 (6)	0,394 (12)	0,398 (32)	0,388 (31)	0,369 (12)	0,389 (16)	0,354 (5)	0,369 (5)	0,343 (5)
22,5 — 32,4	14,1	0,474 (6)	0,442 (29)	0,438 (11)	0,401 (8)	0,419 (2)	0,381 (1)	0,377 (1)	0,369 (2)			
	18,8		0,449 (3)	0,427 (10)	0,441 (5)	0,410 (10)	0,406 (7)	—	—			
	24,1		—	0,410 (2)	0,416 (6)	0,386 (4)	0,395 (4)	0,386 (7)	0,377 (1)	0,415 (1)	0,388 (2)	0,350 (2)
32,5 —	14,1	0,508 (2)	0,436 (4)	0,430 (6)	0,413 (1)	0,398 (1)	0,416 (1)					
	18,8			0,463 (2)	0,419 (2)	—	0,448 (1)					
	24,1			0,436 (2)	0,450 (2)	0,396 (1)	0,398 (1)	0,365 (1)		0,431 (1)		

Tab. 12. Torrvolymviktsfunktioner, deras varianser, korrelationskoefficienter och ingående koefficienters medelfel.
Dry density functions, their variances, correlation coefficients and the coefficient's standard error.

Funk- tion Functions	Antal element No. of specimens	Varians för beroende variabel kring Variance of dependent variable around the		Kol. 4 i % av kol. 3 Col. 4 as a %-age of col. 3	Multipel korrelations- koefficient Multiple correlation coefficients	Regressionskoefficienternas medelfel i procent av koefficienternas numeriska värde Standard errors of the regression coefficients as percentage of their numerical value									
		totala medeltalet total average	regressionen regression			variabel variable									
						x_1	x_2	x_3	x_4	x_4^2	x_5	x_5^2	x_6	x_7	
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
I	3 257	0,0017787	0,0009816	0,55	0,671	6,8	7,8	11,1	13,1	13,1	15,5	13,8	27,5	42,4	
2	1 036	0,0015244	0,0009515	0,62	0,616	16,2	12,6	14,9	23,1	23,3					
I	$y = 0,425 - 0,0101 x_1 + 0,0401 x_2 + 0,000818 x_3 + 3,60 x_4 - 30,3 x_4^2 - 0,0611 x_5 + 0,00822 x_5^2 - 0,0550 x_6 - 0,0000229 x_7$ <p>där y = torrvolymvikten; g/cm^3 x_1 = årsringsbredd i mm; x_2 = inverterade värdet av kvadraten på årsringsbredden i mm; x_3 = höstvedhalten i %; x_4 = inverterade värdet av brösthöjdsdiam. u. b. i cm; x_5 = läge i splinten resp. kärnan, varvid värdet 1 åsättes yttre splinten, 2 mittensplinten, 3 inre splinten, 4 yttre kärnan och 5 inre kärnan; x_6 = inverterade värdet av x_5; x_7 = x_5 ggr procentuella höjden i stammen.</p>														
2	$y = 0,306 - 0,00809 x_1 + 0,0383 x_2 + 0,00112 x_3 + 3,57 x_4 - 29,8 x_4^2$ <p>där y, x_1, x_2, x_3 och x_4 är lika med y, x_1, x_2, x_3 resp. x_4 i ekv. I. where y = dry density, g/cm^3; x_1 = breadth of annual rings, mm; x_2 = reciprocal value of the square of the breadth of the annual rings, mm; x_3 = summer wood content in %; x_4 = reciprocal value of diameter at breast height inside bark, cm; x_5 = position in the sapwood or in the heartwood, viz: 1 = outer sapwood, 2 = middle sapwood, 3 = inner sapwood, 4 = outer heartwood, 5 = inner heartwood; x_6 = reciprocal value of x_5; x_7 = x_5 multiplied by percentage of height up the trunk.</p>														

Med utgångspunkt från funktion nr 1 har en kovariansanalys genomförts för att undersöka, om skillnader finnas mellan de olika delytornas funktioner. Det visar sig härvid att delytornas medelvärden icke förhålla sig så till den genomsnittliga inomregressionen, som slumpen skulle tillåta, om det från regressionssynpunkt ej funnits några skillnader mellan delytorna. En statistiskt säker skillnad mellan de olika delytornas regressionskoefficienter kan likaledes påvisas. I båda fallen är $P < 0,001$, dvs. sannolikheten för att endast slumpmässiga orsaker åstadkommit olikheterna är mindre än 1 på 1000.

Orsaken till skillnaderna mellan delytorna i det samband, som råder mellan torrvolymvikten å den ena sidan och de ovan angivna faktorerna å den andra, bör troligen kunna sökas i variationen i uppbyggnaden av den enskilda cellen samt kan i viss mån även vara en följd av provtagningstekniken.

De partiella sambanden i funktion nr 1 för summamaterialet ha lagts upp grafiskt i fig. 28.

För yttersta splinten har även en regressionsekvation beräknats, funktion nr 2, tab. 12. I fig. 29 ha de partiella sambanden uppritats och de visa i stort

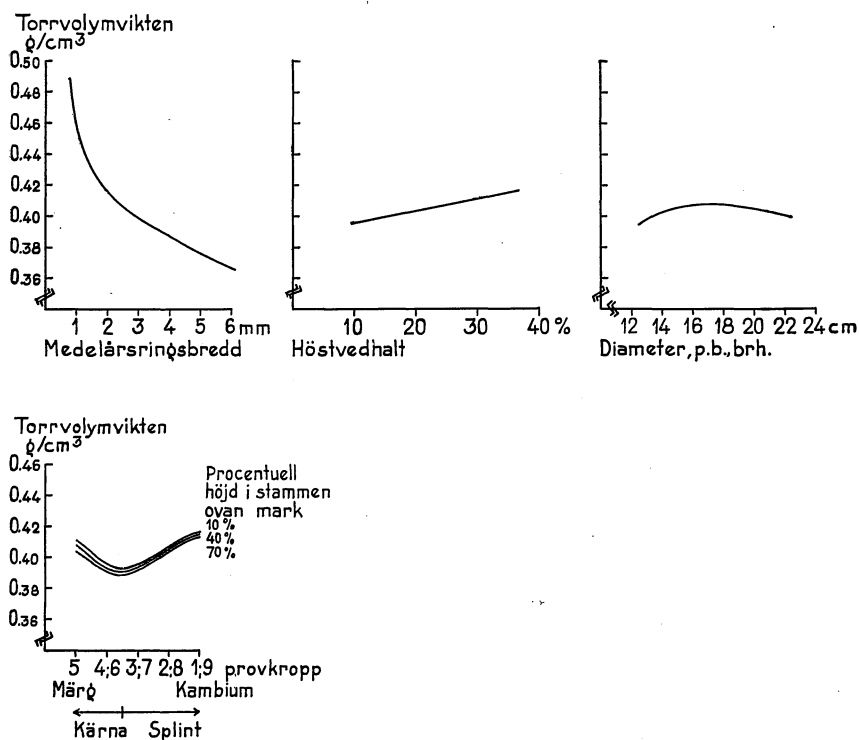


Fig. 28. De partiella sambanden för funktion nr 1.
The partial regression curves, function 1.

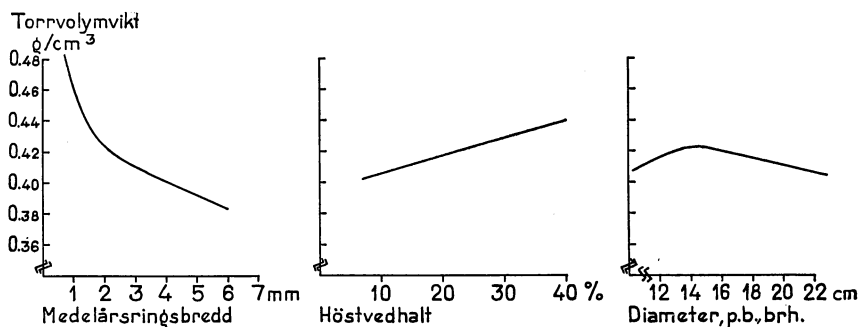


Fig. 29. De partiella sambanden för funktion nr 2.
The partial regression curves, function 2.

samma tendenser som funktion nr 1 i fig. 28. Någon inverkan av höjdläget i stammen kan i detta fall ej förmärkas.

Den främsta orsaken till torrvolymviktens variationer vid i övrigt lika förhållanden med läget i tvärsnittet måste bero på skillnader i de enskilda cellernas byggnad.

För att studera hur härmed förhöll sig, utfördes en orienterande undersökning på endast en liten del av materialet; 30 provkroppar från 10 % av stamhöjden från 6 träd. Det framgår av denna, tab. 13, att variationerna mellan de olika provkropparna äro stora, men en tendens finnes, att cellernas genomsnittliga bredd såväl i tangentiell som framför allt i radiell led tilltaga med stigande ålder, dvs. stigande avstånd från mörgen. Det bör i detta sammanhang erinras om att trädens ålder endast uppgår till 50 år. Cellernas form synes också ändra sig från att vid mörgen ha varit bredare radiärt än tangentiellt, bli de längre ut mot kambiet mer kvadratiske eller såsom hos de klenaste träden bredare tangentiellt än radiärt. Antalet celler per mm^2 är vidare betydligt större i de innersta årsringarna än längre ut mot kambiet.

De stora variationerna och materialets begränsade omfattning gör det ej möjligt att pröva eventuella samband mellan torrvolymvikten och cellernas storlek eller form. De i tab. 13 redovisade värdena utgöra i sin tur endast stickprov representerande en mycket ringa del av resp. provkroppar.

För undersökning av sambandet mellan torrvolymvikten och cellstrukturen torde den metod, som ovan använts, vara alltför tidsödande. En i detta avseende betydligt ändamålsenligare metod är att genom lämpliga anordningar begagna sig av fotocellen, MÜLLER-STOLL, 1947, 1949.

Med föreliggande undersökning torde emellertid vissa nya, värdefulla aspekter ha givits på bl. a. torrvolymviktens variationer hos granen och *med hjälp av de metoder, som H. Petterson (1951) närmare utvecklat, synes det även bliva möjligt att på samma sätt som beräkningen av volymproduktionen sker kunna uppskatta viktproduktionen ved under givna alternativa förutsättningar.*

Tab. 13. Sammanställning av cellmätningar m. m. på provkroppar vid 10 % av höjden.
Cell measurements etc. on specimens at 10 % of the total height of the trees.

Text	Provkropp nummer* Specimen number*														
	11	13	15	17	19	11	13	15	17	19	11	13	15	17	19
	Trädens diameter vid bröst höjd							Diameter at breast height							
	12,3 cm					13,2 cm					18,2 cm				
Årsringsbredd, mm..... Breadth of annual rings, mm	1,03	1,17	4,15	1,15	1,60	1,31	1,22	3,88	1,55	1,84	3,79	3,02	3,70	1,72	2,26
Ant. celler radiärt pr mm.. No. of cells per mm radially	37,8	39,5	38,6	40,1	36,1	41,9	37,6	45,4	34,1	39,6	29,6	30,8	38,1	30,2	30,1
Ant. celler tangentiellt pr mm i % av ant. celler radiärt..... No. of cells per mm tangentially as % of no. of cells radially	93	96	114	94	105	83	93	101	97	88	128	110	128	112	123
Ant. celler pr mm ² No. of cells per sq. mm	1 320	1 500	1 700	1 520	1 370	1 470	1 320	2 090	1 120	1 390	1 120	1 050	1 870	1 030	1 110
Summa cellväggar radiärt i % av årsringsbredden.. Sum of the cell walls radially as a % of the breadth of the annual rings	27,3	26,8	24,6	27,5	29,4	27,2	32,0	27,0	27,4	34,2	22,4	24,3	23,2	28,2	26,8
Torrvolymvikt, g/cm ³ Dry density, g/cm ³	0,48	0,41	0,40	0,43	0,44	0,47	0,45	0,42	0,46	0,49	0,42	0,39	0,40	0,44	0,44
	Trädens diameter vid bröst höjd							Diameter at breast height							
	19,0 cm					23,7 cm					28,0 cm				
Årsringsbredd, mm..... Breadth of annual rings, mm	1,77	2,48	4,18	1,16	2,44	3,02	3,51	4,92	2,55	2,07	4,04	3,59	4,44	2,08	3,95
Ant. celler radiärt pr mm.. No. of cells per mm radially	37,3	30,9	40,4	43,0	34,8	27,8	26,5	41,7	29,0	30,9	27,2	30,7	35,6	31,2	25,8
Ant. celler tangentiellt pr mm i % av ant. celler radiärt..... No. of cells per mm tangentially as % of no. of cells radially	96	116	109	81	95	115	128	113	106	114	118	108	127	99	103
Ant. celler pr mm ² No. of cells per sq. mm	1 340	1 110	1 780	1 500	1 150	890	900	1 960	900	1 080	870	1 010	1 600	970	800
Summa cellväggar radiärt i % av årsringsbredden.. Sum of the cell walls radially as a % of the breadth of the annual rings	28,4	26,5	25,8	34,1	27,1	23,8	24,2	25,4	24,3	23,8	21,4	24,1	27,0	26,7	26,9
Torrvolymvikt, g/cm ³ Dry density, g/cm ³	0,48	0,44	0,41	0,45	0,44	0,43	0,40	0,41	0,41	0,40	0,37	0,39	0,45	0,41	0,44

* 11 och 19 yttre splinten; 13 och 17 inre splinten; 15 inre kärnan; 11 and 19 outer sapwood; 13 and 17 inner sapwood; 15 inner heartwood.

Sammanfattning

Granens kvalitet är sedan ett antal år tillbaka föremål för omfattande undersökningar vid statens skogsforskningsinstitut. Med föreliggande uppsats lämnas en redogörelse för en bearbetning av vissa detaljer i detta problemkomplex, nämligen för fuktighetens och volymviktens variationer hos det levande trädet. Materialet härstammar från ett 50-årigt planterat granbestånd på Ombergs krp., Östergötlands län.

Resultatet av fuktighets- och volymviktsundersökningarna kan i korthet sammanfattas sålunda:

1. Det finnes en påtaglig variation för fuktigheten med årstiden. Denna variation synes vara varken samtidig eller lika vid olika höjder i stammen eller i olika delar av splinten. En viss eftersläpning har iakttagits för de övre sektionerna i jämförelse med de nedre i avseende på tidpunkten för fuktighetsmaximum resp. minimum. Den största variationen har erhållits för inre och den minsta för yttre splinten. Någon variation för fuktigheten i kärnan med årstid har ej iakttagits.

2. En stark variation uppvisar fuktigheten i splinten med höjdläget i stammen. Från stubben sjunker först fuktkvoten mot ca 10 à 15 % av stamhöjden, därefter stiger fuktigheten kontinuerligt mot toppen.

3. I tvärsnittet sjunker fuktigheten kontinuerligt från yttersta till innersta splinten. Ett stort fuktfall finnes sedan mellan innersta splinten och kärnan.

4. Frodvuxet virke med breda årsringar har en större fuktkvot än senvuxet virke med smala årsringar. Virke med låg torrvolymvikt har därför oftast en större fuktkvot än virke med hög torrvolymvikt.

5. Ett genomsnittligt mycket svagt fuktfall kan för materialet iakttagas för yttre splinten vid krongränsen.

6. Fuktkvoten i yttre splinten visar sig vara obetydligt lägre på syd- än på nordsidan.

7. För samma transversella ledningsbanor synes luftens volym i procent av vedens vara tämligen konstant såväl inom som mellan olika träd vid samma årstid.

8. Råvolymviktens variationer med årstiden och läge i stammen överensstämmer i stort med fuktkvotens.

9. Kärnans råvolymvikt har för materialet genomsnittligt varit ca 0,59 g/cm³, inre splintens ca 0,89 g/cm³ och yttre splintens ca 1,09 g/cm³.

10. Provkropparnas fördelning över torrvolymvikten visar en god överensstämmelse med normalfördelningen.

11. I ett tvärsnitt sjunker torrvolymvikten från mörgen till yttre kärnan. Därefter sker en påtaglig stegring i torrvolymvikten mot yttre splinten.

12. I splinten stiger först torrvolymvikten med stigande höjd i stammen

till ca 10 % av trädhöjden. Därpå sjunker den ända upp till ca 80 %, varpå en svag stegring på nytt inträder. I kärnan återigen sjunker först torrvolymvikten ända upp till ca 30 % av trädhöjden. Därefter stiger den kontinuerligt mot toppen.

13. I yttersta splinten visar sig torrvolymvikten genomsnittligt vara något högre på sydsidan än på nordsidan.

14. För sambandet mellan torrvolymvikten å ena sidan och höstvedhalten, årsringsbredden, läget i stammen och träddiametern å den andra ha deducerats vissa ekvationer.

15. Det har visat sig, att i ett och samma bestånd vid samma årsringsbredd och höstvedhalt provkroppar från de medelgrova träden ha en något större torrvolymvikt än provkroppar från de grova och klena träden.

16. I yttre splinten för en och samma årsring sjunker årsringsbredden svagt från stubben till ca 10 % av stamhöjden, därefter stiger den kontinuerligt ända till toppen. Årsringsbreddens variationer med höjden äro i stort sett desamma för de övriga delarna av splinten. I yttre kärnan äro variationer i årsringsbredden små, under det att i inre kärnan de äro starkt oregelbundna.

17. Höstvedhaltens variationer kunna i huvudsak anses vara de motsatta årsringsbreddens. Det visar sig dock, att i inre kärnan de klenare stammarna, som ha en mindre årsringsbredd, även ha en lägre höstvedhalt än de grova och medelgrova träden.

18. Undersökningarna över variationerna i cellernas storlek och form kunna endast sägas ha varit av orienterande natur. Det har emellertid visat sig, att cellernas genomsnittliga bredd såväl tagentiellt som radiellt stiger med stigande ålder, dvs. med stigande avstånd från mörken. Cellernas form synes vidare ändra sig med stigande avstånd från mörken. Vid mörken äro cellerna sålunda bredare radiärt än tagentiellt, under det att de längre ut mot kambiet bliva mer kvadratiska eller i en del fall t. o. m. bredare tagentiellt än radiärt.

Det torde vara nödvändigt att med skärpa än en gång framhålla, att undersökningarna ha gällt förhållanden i ett 50-årigt, planterat granbestånd. Fortsatta undersökningar måste emellertid utföras för att konstatera, i vilken utsträckning de funna resultaten kunna tillämpas generellt.

Summary

Variations in density of planted spruce

The quality of spruce has for a number of years been the subject of comprehensive investigations at the Forest Research Institute of Sweden. In the present paper a report is given of the revision of certain details in this complexity of problems, such as variations in moisture and weight per unit of volume in the living tree.

The investigation concerns a 50-year-old planted spruce stand at the Omberg Crown forest domain, Östergötland.

The result of the investigations into moisture content and volume weight may be briefly summarized as follows:

1. There was found to be a marked seasonal variation in moisture content. The variation appears to be neither simultaneous nor similar at different heights up the stem or in different parts of the sapwood. A certain time lag was observed in the upper sections as compared with the lower with regard the respective maximum and minimum moisture content. The greatest variation was obtained in the inner sapwood and the least in the outer. No seasonal variation in moisture content was observed in the heartwood.

2. In the sapwood the moisture content varied widely according to the height up the stem. There was first a decrease from the stump up to about 10 % of the height of the stem, after which it increased continuously up to the top.

3. In cross-section the moisture content decreased continuously from the outermost to the innermost sapwood. A great reduction was then observed between the innermost sapwood and the heartwood.

4. Fast-growing wood with wide annual rings has a greater moisture content than slow-growing wood with narrow annual rings. Thus, wood with a low dry weight has generally a greater moisture content than wood with a high dry weight.

5. An average, very weak reduction in moisture content could (in the material tested) be observed in the outer sapwood at the level of the crown.

6. The moisture content in the outer sapwood appears to be insignificantly lower on the south side than on the north.

7. In the same transverse vessels the volume of air as a percentage of the volume of wood seems to be fairly constant in, as well as between, different trees at the same time of year.

8. Variations in green weight, according to season and position in the stem, largely correspond to the variations in moisture content.

9. In the material tested, the average green weights were, in the heartwood, approx. 0.59 g/cm³, in the inner sapwood approx. 0.89 g/cm³, and in the outer sapwood approx. 1.09 g/cm³.

10. The range of dry weight of the test samples corresponds closely to normal curve.

11. In transverse section the dry weight drops from the medulla to the outer heartwood, beyond which there is a marked increase in dry weight to the outer sapwood.

12. In the sapwood the dry weight first increases with increasing height of the stem to approx. 10 % of the height of the tree. From there up to approx. 80 % there is a decrease, after which a slight increase recommences. In the heartwood also, the dry weight first drops up to about 30 % of the height of the tree, above which it rises steadily towards the top.

13. In the outermost sapwood the average dry weight appears to be somewhat higher on the south side than on the north.

14. By correlation of dry weight on the one hand, and proportion of summer wood, the width of the annual ring, position in the stem, and tree diameter on the other, certain equations have been deduced.

15. It has been shown that, in one and the same stand, with the same width of

annual rings and proportion of summer wood, specimens of the medium sized trees have a somewhat greater dry weight than specimens of the large and the thin trees.

16. In the outer sapwood in one and the same annual ring there is a decrease in width from the stump up to approximately 10 % of the height of the stem, above which there is a continuous increase right up to the top. The variations in the width of the annual rings according to are largely the same in other parts of the sapwood. In the outer heartwood the variations are small, while in the inner heartwood they are extremely irregular.

17. Variations in the proportion of summer wood can largely be regarded as converse to the variations in width of the annual rings. It appears, however, that in the inner heartwood the thinner stems which have narrower annual rings also have a narrower proportion of summer wood than the big and medium sized trees.

18. Investigations of the variations in size and shape of the cells can only be said to have been of an introductory nature. It has, however, been shown that the average breadth of the cells, tangentially as well as radially, increases with age, i.e. with increasing distance from the medulla; besides which, the shape of the cells also seems to change with increasing distance from the medulla. Thus, in the medulla the cells are broader radially than they are tangentially, while further out towards the cambium they are more square, or in some cases, even broader tangentially than radially.

It might be necessary to emphasize again that the investigations have applied to conditions in a 50-year-old planted spruce stand. Before the results obtained can be extended to apply generally they must be subject to further investigations.

Litteraturanvisning

- ANDERSSON, E., 1914. Om lämpligaste årstiden för avverkningens utförande. — Sv. skogsv.-fören:s tidskr.
- BOBERG, S. och JUHLIN-DANNFELT, M., 1928. Om flytbarheten hos furuflottgods. — Sv. skogsv.-fören:s tidskr.
- BURGER, H. Holz, Blattmenge und Zuwachs. — Mitt. d. schweiz. Anst. f. d. forst. Versuchswesen; 1929, 1937, 1941, 1945, 1948.
- BÜSGEN, M. und MÜNCH, E., 1927. Bau und Leben unserer Waldbäume. Jena.
- BÜSGEN, M., 1911. Studien über den Wassergehalt einiger Baumstämme. — Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwesen 43.
- ENEROTH, O., 1922. Vedens byggnad och egenskaper. — Ekman, handbok i skogsteknologi. Stockholm.
- GAYER, K., 1921. Die Forstbenutzung. 12. Auflage, herausgegeben von Dr. Ludw. Fabricius. Berlin.
- HARTIG, R., 1874. Das spezifische Frisch- und Trockengewicht, der Wasserhalt und das Schwinden des Kiefernholzes. Berlin.
- 1885. Das Holz der deutschen Nadelwaldbäume. Berlin.
- 1892. Die Verschiedenheiten in der Qualität und im anatomischen Bau des Fichtenholzes. — Forstl. naturw. Zeitschr. I.
- 1901. Holzuntersuchungen, Altes und Neues. Berlin.
- HARTIG, TH., 1871. Ueber Bestimmung des Holz-, Wasser- und Luftgehaltes der wichtigeren deutschen Waldbäume samt Ueber die periodischen Schwankungen des Wassergehaltes der Bäume. — Allg. Forst- u. Jagdzeitung.
- 1876. Beiträge zur Physiologie der Holzpflanzen. — Allg. Forst- u. Jagdzeitung.
- JALAVA, M., 1933—1934. Suomalaisen männyn lujuusominaisuuksista I—II. Helsinki (ref. Tuomola).
- JANKA, G., 1904. Untersuchungen über Elastizität und Festigkeit der österreichischen Bauhölzer. — Mitt. aus dem Forstlichen Versuchswesen Österreichs.

- JANKA, G., 1909, 1913, 1915 och 1918. Untersuchungen über Elastizität und Festigkeit der österreichischen Bauhölzer. — Mitt. aus dem Forstlichen Versuchswesen Österreichs.
- JOHANSSON, D., 1939. Något om vår- och höstved hos tall och gran och dess inverkan på sulfit- och sulfatmassans egenskaper. Helsingfors 1939.
- JUHLIN-DANNFELT, M., 1928. Se BOBERG, S. och JUHLIN-DANNFELT, M.
- KINNMAN, G., 1923. Undersökningar över pappersvedens tekniska egenskaper. — Sv. skogsv.-fören:s tidskr.
- 1926. Hur skall jag få mitt virke att flyta? Sundsvall.
- 1928. Virkets beskaffenhet i Ombergs kulturskogar. — Sv. skogsv.-fören:s tidskr.
- KLEM, G., 1929. En översikt över granvirkets kvalitet. — Bilaga til Tidsskrift for Skogsbruk H. 9.
- 1934. Undersøkelser av granvirkets kvalitet. — Medd. fra Det Norske Skogsforsøksvesen. Nr 17. Bd V.
- 1942. Planteavstandens innflytelse på granvedens og sulfitcellulosens kvalitet. — Medd. fra Det Norske Skogsforsøksvesen. Nr 28. Bd VIII.
- LÖSCHBRANDT og BADE, O., 1945. Undersøkelser av granvirke i forbindelse med slipe- og sulfitkokeforsøk. — Medd. fra Det Norske Skogsforsøksvesen. Nr 31. Bd IX.
- KOLLMANN, F., 1936. Technologie des Holzes. Berlin.
- LAGERBERG, T., LUNDBERG, G. och MELIN, E., 1927. Biological and practical researches into blueing in pine and spruce. — Sv. skogsv.-fören:s tidskr.
- LANGNER, W., 1932. Die Wasserverteilung im Stammholz der Fichte und ihre Veränderungen. — Bot. Archiv 34.
- LUNDBERG, G., 1928. Torrvolymvikten hos tall- och granved. — Sv. skogsv.-fören:s tidskr.
- 1927. Se LAGERBERG, T., LUNDBERG, G. och MELIN, E.
- LÖF, A., 1933. Sjunkvirke vid flottning och åtgärder däremot. — Sv. flottledsförbundets årsbok nr 6.
- MATHIESEN, A., 1951. Die Geschwindigkeit und der Verlauf des Transpirationsstromes bei der Birke. — Kungl. Skogshögskolans skrifter nr 6.
- MELIN, E., 1927. Se LAGERBERG, T., LUNDBERG, G. och MELIN, E.
- MORK, E., 1928. Granvirkets kvalitet særlig med sigte paa slip- og celluloseved. — Papir-Journalen. Oslo.
- MÜLLER-STOLL, W., 1948. Photometrische Holzstruktur-Untersuchungen. — Planta, Bd 35, Heft 3/4.
- 1949. Photometrische Holzstruktur-Untersuchungen. — Forstwissenschaftliches Centralblatt, Jahrg. 68, Heft 1.
- MÜNCH, M., 1927. Se BÜSGEN, M., und MÜNCH, E.
- NERGAARD, K., 1928. Undersøkelser over variasjoner i massevedens fysiske egenskaper. — Medd. nr 6 fra Papirindustriens Forskningskomité.
- NYLINDER, P., 1950. Studier över barr-rundvirkets torkning och vattenuptagning. — Medd. fr. Stat. skogsforskn.-inst. Serien uppsatser nr 15. Särtryck ur Norrl. skogsv.-förb:s tidskr. nr 2.
- NÖRDLINGER, H., 1860. Die technischen Eigenschaften der Hölzer für Forst- und Bau-beamte, Technologen und Gewerbetreibende. Stuttgart.
- PETTERSON, H., 1951. Produktionstabeller för vissa typer av svensk barrskog. — Medd. fr. Stat. skogsforskn.-inst. Bd 40.
- SCHWAPPACH, A., 1898. Untersuchungen über Raumgewicht und Druckfestigkeit des Holzes wichtiger Waldbäume. II Fichte, Weissstanne, Weimouthskiefer und Rotbuche. Berlin.
- SIIMENS, F. E., 1944. Om hållfasthetsundersökning av sågvaror i Finland. — Trävaru-industrin nr 12.
- THUNELL, B., 1940. Temperatürens inverkan på svenskt furuvirke. — Sv. skogsv.-fören:s tidskr.
- TRENDELENBURG, R., 1939. Das Holz als Rohstoff. München-Berlin.
- TUOMOLA, T., 1943. Über die Holzrocknung. — Valtion teknillinen tutkomuslaitos. Publikation 1. Helsinki.
- VINTILA, E., 1939. Untersuchungen über Raumgewicht und Schwindmass von Früh- und Spätholz bei Nadelhölzern. — Holz als Roh- und Werkstoff, H. 10.
- WIJKANDER, A., 1897. Untersuchungen der Festigkeits-Eigenschaften Schwedischer Holzarten. Göteborg.

Sammanställning av vissa data för provträden.

Yta 195: Omberg, Östergötlands län.

Avd. nr	Träd nr	Brh.-diam. i cm		Höjd m	Kron- gräns m	Torrgrens- gräns m	Träd- klass	Kron- diam. m	Avverk- ningstid
		p. b.	u. b.						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I	101	19,0	18,2	16,6	8,2	0,1	I	3,2	21/3 1950
I	278	15,6	14,6	15,4	7,6	0,2	I	2,6	19/5 1949
I	310	17,2	16,2	16,4	8,6	0,2	I	3,2	19/5 1949
I	421	15,3	14,7	15,7	9,5	0,2	I	2,8	2/II 1949
I	650	14,1	13,2	14,7	7,3	0,3	I	2,0	15/6 1949
I	908	21,4	20,2	15,7	5,0	0,3	I	4,2	16/6 1949
I	1196	17,4	16,6	15,0	7,6	0,4	I	2,7	9/7 1949
I	1371	19,4	18,6	16,1	8,2	0,3	I	2,8	11/7 1949
I	1712	21,2	20,6	18,8	8,6	0,3	I +	3,5	10/8 1949
I	1725	24,2	23,4	17,9	8,5	0,3	I +	4,5	1/II 1949
I	1967	17,4	16,3	16,0	7,0	0,2	I	3,1	22/3 1950
I	2079	14,2	13,6	14,4	8,4	0,2	I—2	2,2	10/8 1949
I	2170	15,6	14,9	15,2	8,3	0,1	I	2,4	13/9 1949
II	24	15,2	14,3	14,2	7,2	0,2	I	2,8	22/3 1950
II	377	18,5	17,5	15,2	6,4	0,1	I	3,6	22/3 1950
II	1414	18,6	17,9	17,2	9,7	0,3	I	3,1	3/II 1949
II	1575	15,8	15,2	15,2	7,6	0,0	I	3,0	3/II 1949
II	1594	25,2	24,4	19,6	7,9	0,0	I +	4,2	12/7 1949
II	1660	16,7	16,0	16,6	5,6	0,0	I	3,0	12/7 1949
II	1739	20,0	19,0	15,5	3,5	0,2	I	3,9	11/8 1949
II	1850	19,0	18,6	18,1	8,6	0,2	I	3,1	11/8 1949
II	1959	15,6	15,0	16,2	8,0	0,1	I	2,4	13/9 1949
III	128	15,5	14,7	14,0	8,1	0,2	I—2	3,6	18/6 1949
III	214	17,7	16,7	14,1	5,8	0,1	I	3,5	18/6 1949
III	524	18,8	18,0	15,0	4,8	0,0	I	3,8	14/7 1949
III	550	13,8	12,8	14,4	7,6	0,0	I	3,0	27/3 1950
III	602	17,8	16,6	14,7	7,6	0,0	I	3,4	7/II 1949
III	615	19,4	18,4	16,2	8,6	0,1	I	3,2	12/8 1949
III	688	20,8	19,8	17,2	8,8	(0,1)	I	3,6	27/3 1950
III	865	14,4	13,6	14,6	7,7	0,1	I—2	2,4	14/9 1949
III	1001	17,5	16,8	16,4	7,5	0,2	I	2,6	14/9 1949
III	1070	23,6	22,4	16,3	5,4	0,0	I +	4,3	7/II 1949
IV	188	23,1	21,5	16,0	5,4	0,1	I	4,2	27/3 1950
IV	208	18,8	18,1	15,0	7,6	0,1	I	3,6	23/5 1949
IV	260	13,0	12,3	13,0	8,1	0,0	2	2,7	28/3 1950
IV	303	24,0	23,1	17,4	5,8	0,2	I +	3,7	23/5 1949
IV	364	13,4	12,5	14,0	7,5	0,0	I—2	2,2	19/6 1949
IV	370	18,8	18,2	15,5	7,6	0,0	I	3,0	20/6 1949
IV	381	16,6	15,9	15,0	7,7	0,0	I	2,6	7/II 1949
IV	452	24,8	23,6	18,0	2,4	0,0	I	5,2	8/II 1949
IV	530	22,1	21,3	17,9	8,0	0,1	I	3,3	13/7 1949
IV	608	19,0	18,2	16,9	8,7	0,0	I	3,0	13/8 1949
IV	644	16,2	15,4	15,6	6,9	0,1	I	2,6	14/9 1949
IV	671	21,2	20,5	16,6	8,5	0,1	I	3,4	15/9 1949
V	103	19,3	18,5	16,8	7,6	0,1	I	3,5	9/II 1949
V	200	18,8	18,0	15,8	6,2	0,0	I	3,1	25/5 1949
V	227	16,0	14,9	15,8	6,3	0,0	I—2	3,1	29/3 1950
V	316	29,6	28,0	19,1	7,4	0,0	I +	4,5	21/6 1949
V	354	19,8	19,0	17,0	6,7	0,2	I	3,3	15/7 1949
V	408	21,0	20,2	16,8	6,5	0,0	I	3,4	15/8 1949
V	457	21,4	20,2	19,0	9,1	0,0	I +	3,4	30/3 1950
V	585	22,4	21,5	17,5	6,3	0,1	I	4,0	15/9 1949
V	611	25,3	23,7	17,0	3,3	0,0	I	5,1	10/II 1949