

ALINA HEJNOWICZ

Badania nad zmiennością cech anatomicznych drewna *Picea abies* (L.) Karst.

WSTĘP

Prace nad zmiennością struktury mikroskopowej drewna świerka są stosunkowo nieliczne i dotyczą tylko niektórych cech (Dinwoodie, 1963; Chalk, 1930; Bannan, 1963, 1965a, 1965b; Jones, 1958; Sašina, 1964; Reck, 1965; i inni).

Szereg przyczyn składa się na to, żeby tym problemem zająć się szerzej. Jedną z nich jest konieczność znalezienia sposobu na odróżnienie modrzewia od świerka na podstawie mikroskopowej struktury drewna; drewna tych rodzajów w budowie anatomicznej są do siebie bardzo podobne.

Drugi, wiążący się z poprzednim aspekt zagadnienia polega na wyróżnieniu takich cech, na które nie mają wpływu ani wiek drzewa, ani warunki siedliskowe, tj. cech strukturalnych, które zarówno w obrębie jednego drzewa jak i w obrębie większej grupy drzew różnego pochodzenia posiadają wartości mniej więcej jednakowe.

MATERIAŁ I METODA

Materiał do badań stanowiło 7 pni świerka pospolitego z czterech różnych stanowisk w Polsce. Wiek drzew, na badanych poziomach pnia wyrażony przez liczbę pierścieni rocznych, przybliżoną wysokość drzewa, oraz oznaczenia badanych poziomów podaje tab. 1.

Podstawowe badania przeprowadzono na drzewach C, W i Z. Pozostałe, reprezentowane przez próbki z jednego poziomu pnia, stanowiły materiał uzupełniający. Z reguły, we wszystkich pniach badano pierścienie 1, 7, 15, 30, 50, 70, 80 i ostatni z danego poziomu pnia (licząc od rdzenia). Sposób pobierania próbek, sporządzania preparatów oraz wykonywania pomiarów poszczególnych cech został omówiony w poprzedniej pracy (Hejnowicz, 1964). Drewno wczesne, określane skrótem DW, reprezentowane było przez pierwszą, wytworzoną w danym sezonie wegetacyjnym warstwę komórek (6 - 10 komórek), natomiast drewno późne, oznaczone symbolem DP, to ostatnia 6 - 10 — komórkowa warstwa drewna powstałego w tym samym sezonie.

Tabela 1

Zestawienie informacji o badanych próbkach drewna świerka
Information about the studied spruce wood samples

Pochodzenie drzewa i jego symbol	Przybliżona wysokość drzewa w m	Odległość od podstawy pnia w m	Średnica krążka w m	Liczba pierścieni rocznych
Origin and signature	Approx. tree ht.	Distance from base	Diameter of cross section	No. of growth ring
Białowieża B	50	2	1,10	179
Zwierzyńiec (Kórnik) Z		4	0,25	80
		13	0,20	72
	27	21	0,13	51
Dolina Chochołowska				
Wyżnia C		2	0,50	124
		6	0,32	112
		14	0,24	80
	23	20	0,13	45
Podhale, Witów W		1	0,41	85
		2	0,38	83
	32	6	0,32	78
Beskid, Istebna I	nieznana			
	unknow	1,3	0,38	93
Beskid, Ujszoły U	nieznana			
	unknow	1,3	0,27	67
Białowieża, Leśna L	35	12	0,17	32

OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA DREWNA

Podstawowy schemat budowy drewna świerka jest taki sam jak drewna modrzewia; występują w nim te same elementy strukturalne, z wyjątkiem miękiszu terminalnego, którego u świerka nie było. Większość autorów u badanych przez siebie gatunków świerka miękiszu terminalnego albo nie znalazła zupełnie, albo w bardzo znikomych ilościach (Greguss, 1955).

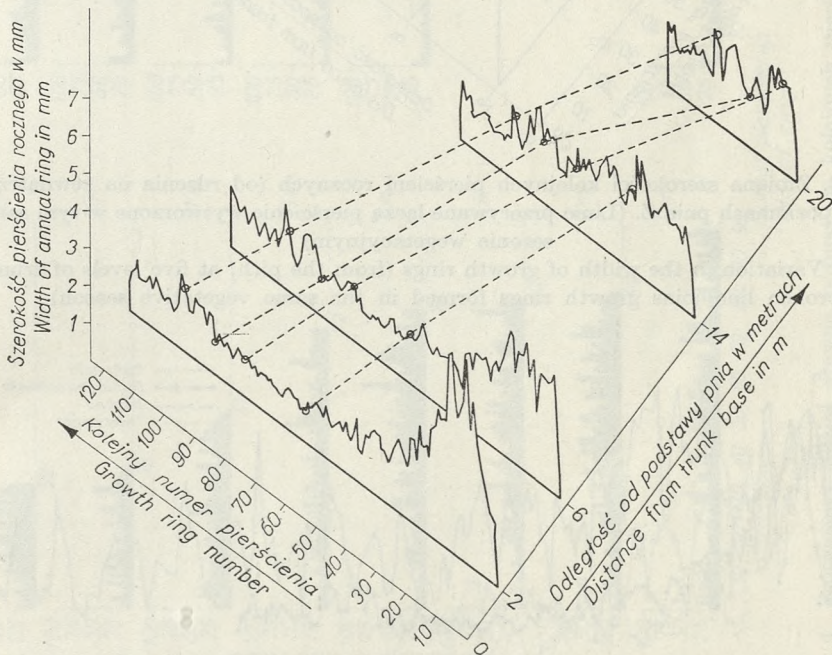
Szerokość pierścieni rocznych waha się od 0,08 do 7,3 mm i jest największa w strefie przyrdzeniowej (ryc. 1,2). W miarę oddalania od rdzenia szerokość pierścieni maleje. Wzdłuż osi pnia, od jego podstawy ku wierzchołkowi, szerokość pierwszych 20 pierścieni również maleje. Wahania szerokości pozostałych pierścieni, choć bardzo duże, nie posiadają wyraźnego kierunku. Krzywe ilustrujące przebieg zmiany szerokości pierścieni u różnych osobników mają przebieg podobny, ale ich bezwzględne wartości są największe w pniu B, najmniejsze w pniu Z (ryc. 3). W pierwszych 12 latach szerokość pierścieni u wszystkich przebadanych drzew była mniej więcej taka sama, co przemawia za tym, że na wielkość poprzecznego przyrostu drzewa w pierwszych kilkunastu latach jego życia nie mają większego wpływu warunki siedliskowe.

Tabela 2

Udział pierścieni o łagodnym przejściu od DW do DP na różnych wysokościach pnia wyrażony w procencie ogólnej liczby pierścieni rocznych
 Percentage of growth rings with smooth transition from early to late wood at various levels in the trunk.

Odległość od podstawy w m Meters from base	Świerk Spruce							Modrzew Larch	
	Symbol pnia — tree signature							Chełmow ^a Góra	Bliżyn
	B	C	W	I	U	L	Z		
około c. 1			94	69	81			38	
2	75	77	87					46	27
6			82				44	33	21
około, c. 12						94	49	41	
około, c. 20		82					56	100	93

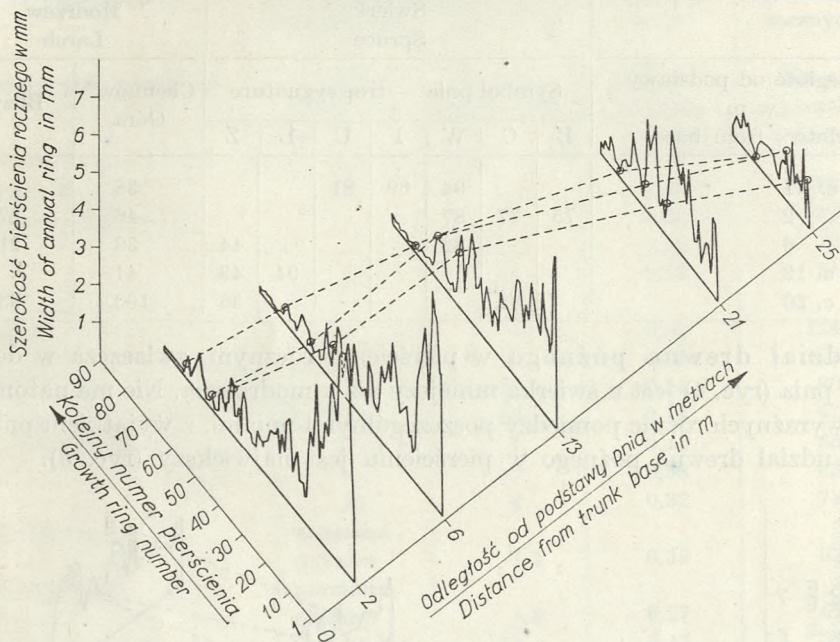
Udział drewna późnego w pierścieniu rocznym, zwłaszcza w dolnej partii pnia (ryc. 4) jest u świerka mniejszy niż u modrzewia. Nie ma natomiast zbyt wyraźnych różnic pomiędzy poszczególnymi pniami, z wyjątkiem pnia Z, gdzie udział drewna późnego w pierścieniu jest największy (ryc. 5).



Ryc. 1. Zmiana szerokości kolejnych pierścieni rocznych (liczonych od rdzenia) na czterech różnych poziomach pnia C. (Linie przerywane łączą pierścienie wytworzone w tym samym sezonie wegetacyjnym)

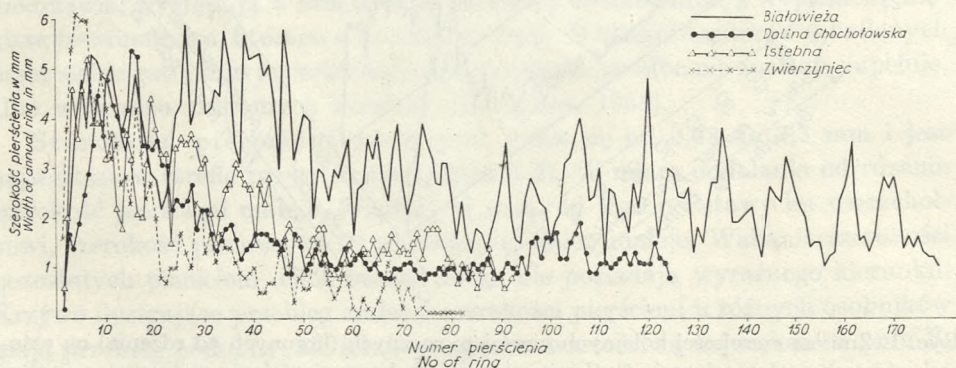
Fig. 1. Variation in the width of growth rings (from the pith towards the outside) at four levels of trunk C. (The broken line joins growth rings formed in the same vegetative season)

Przejście od drewna wczesnego do drewna późnego w tym samym pierścieniu jest u świerka łagodniejsze niż u modrzewia. W drewnie młodocianym wszystkie pierścienie mają podobnie jak u modrzewia przejście łagodne. W dojrzałym drewnie świerka stanowią one ponad 60% ogólnej liczby



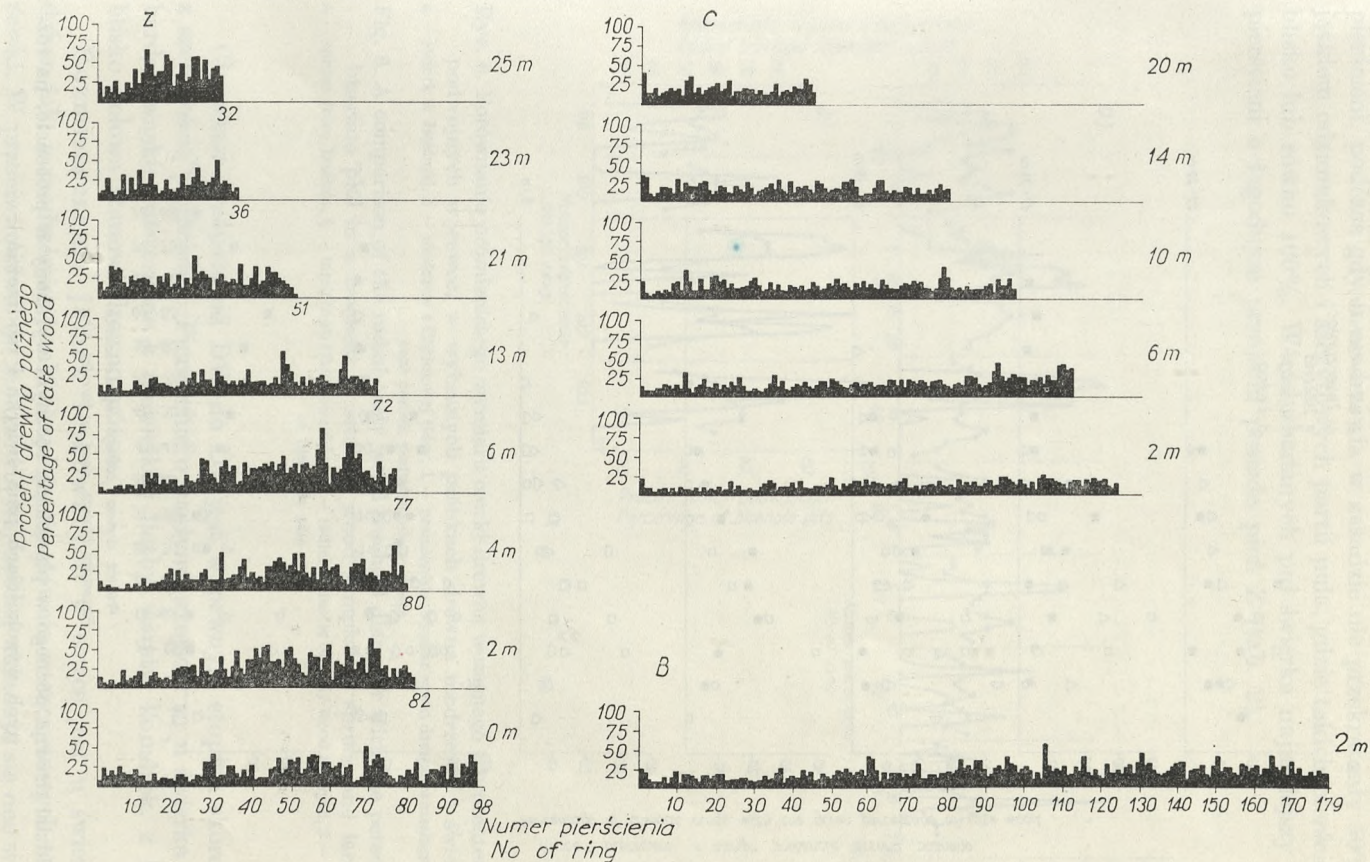
Ryc. 2. Zmiana szerokości kolejnych pierścieni rocznych (od rdzenia na zewnątrz) na pięciu poziomach pnia Z. (Linie przerywane łączą pierścienie wytworzone w tym samym sezonie wegetacyjnym)

Fig. 2. Variation in the width of growth rings (from the pith) at five levels of trunk Z. (The broken line joins growth rings formed in the same vegetative season)



Ryc. 3. Zmiana szerokości pierścieni rocznych wzdłuż promienia w czterech pniach świerka w odległości ± 2 m od ich podstawy

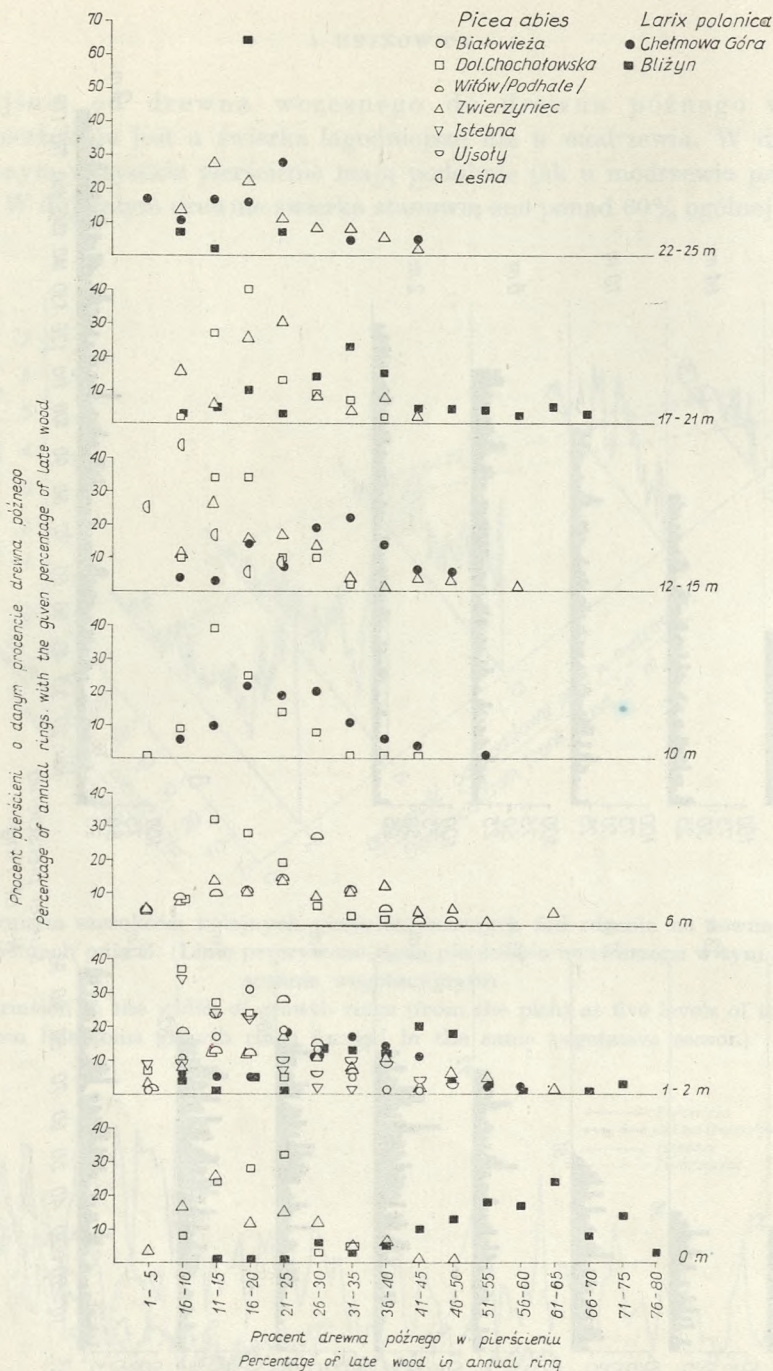
Fig. 3. Variation in width of annual rings along a ray in four spruce stems 2 m above the ground



Ryc. 4. Procentowy udział drewna późnego w kolejnych pierścieniach rocznych na różnych wysokościach pnia świerka różnego pochodzenia: Z – Zwierzyniec, C – Dolina Chochołowska, B – Białowieża

Fig. 4. Percentage of late wood in consecutive annual rings at different levels in the spruce stems of various origin:

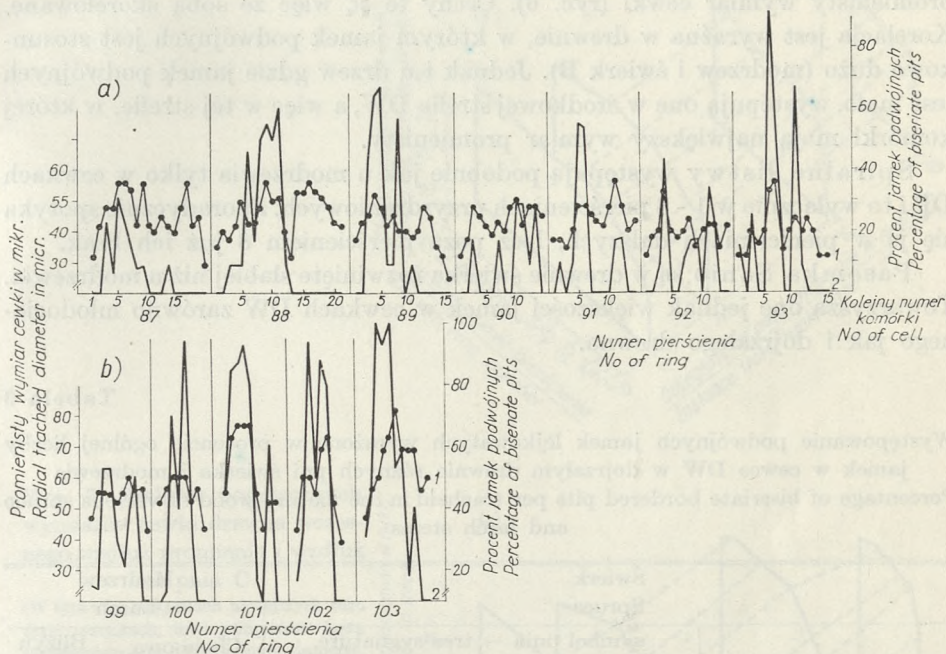
Z – Zwierzyniec, C – Dolina Chochołowska and B – Białowieża



Ryc. 5. Udział drewna późnego w pierścieniu rocznym wyrażony w procencie, na różnych wysokościach pnia świerka i modrzewia

Fig. 5. Percentage of growth rings with a given late wood percentage at various levels in the tree stems of spruce and larch

pierścieni, podczas gdy u modrzewia w zasadzie nie przekraczały 50% z wyjątkiem odziomkowych i szczytowych partii pnia, gdzie takich pierścieni było blisko lub równo 100%. Wśród zbadanych pni świerka najmniejszy procent pierścieni o łagodnym przejściu posiada pień Z (tab. 2).



Ryc. 6. Porównanie promienistego wymiaru cewki drewna wczesnego z procentem jamek podwójnych w cewce, w wybranych próbkach drewna modrzewia i świerka a – świerk z Istebnej, b – modrzew z Chełmowej Góry, 1 – promienisty wymiar cewki drewna wczesnego, 2 – procent jamek podwójnych w cewce

Fig. 6. A comparison of the radial early wood tracheid diameter with the percentage of biseriate pits in a tracheid in selected wood samples of spruce and larch. a – spruce from Istebna, b – larch from Chełmowa Góra, 1 – radial diameter of early wood tracheid, 2 – percentage of biseriate pits

Charakter przejścia od DW do DP jest w pewnym stopniu skorelowany z szerokością pierścienia. Pierścienie o nagłym przejściu są u świerka zwykle bardzo wąskie, utworzone z niewielkiej liczby warstw komórek, z których blisko połowa stanowi drewno późne.

Rozmieszczenie jamek lejkowatych w cewce jest u świerka podobne jak u modrzewia; jamki skupiają się głównie w szczytowych częściach cewki. W przeciwieństwie do modrzewia najczęściej układają się one w szeregi pojedyncze. Pary jamek występują tylko w drewnie dojrzałym i u przeważającej liczby osobników nie przekraczają 23% ogólnej liczby jamek w cewce. Wyjątkiem jest pień B, gdzie w jednej cewce znajdowało się blisko 50%

jamek podwójnych, a więc tyle, ile przeciętnie posiada drewno modrzewia (tab. 3). Najwięcej jamek podwójnych posiadają cewki ze środkowej części promienistego szeregu komórek powstałych z tej samej komórki miazgi, a leżące na terytorium drewna wczesnego. W miarę zbliżania się do drewna późnego podwójnych jamek jest coraz mniej. W podobny sposób zmienia się promienisty wymiar cewki (ryc. 6). Cechy te są więc ze sobą skorelowane. Korelacja jest wyraźna w drewnie, w którym jamek podwójnych jest stosunkowo dużo (modrzew i świerk B). Jednak i u drzew gdzie jamek podwójnych jest mało, występują one w środkowej strefie DW, a więc w tej strefie, w której komórki mają największy wymiar promienisty.

Spiralne listwy występują podobnie jak u modrzewia tylko w cewkach DP i to wyłącznie w 1 - 3 pierścieniach przyrzeniowych. Sporadycznie spotyka się je w pierścieniach dalszych, lecz poza pierścieniem 8 już ich brak.

Pasemka Sanio są w drewnie świerka rozwinięte słabiej niż u modrzewia. Towarzyszą one jednak większości jamek w cewkach DW zarówno młodocianego jak i dojrzałego drewna.

Tabela 3

Występowanie podwójnych jamek lejkowatych wyrażone w procencie ogólnej liczby jamek w cewce DW w dojrzałym drewnie różnych pni świerka i modrzewia
Percentage of biseriate bordered pits per tracheid in the mature wood of various spruce and larch stems

Numer próbki *	Świerk Spruce							Modrzew Larch				
	symbol pnia — tree signature							Chełmowa Góra	Bliżyn			
	B	I	U	W	C	Z	L		I	II		
No. of sample *	odległość od podstawy pnia w me- trach — meters from base							1,3	15	2	2	
	2	1,3	1,3	2	6	2	4	12				
1	48	21	17	12	11	6	3	3	46	34	49	49
2	36	26	18	12	15	11	10		50	27	25	62
3	50	27			7	15	5		45	27	31	38
4	47	14					4		44	30		
5	44	25							62			
6		18							53			
7		31							53			
Średnia dla pnia Mean	45	23	17,5	11,5	11	5			40		35	50

*Próbka odpowiada jednemu pierścieniowi rocznemu.

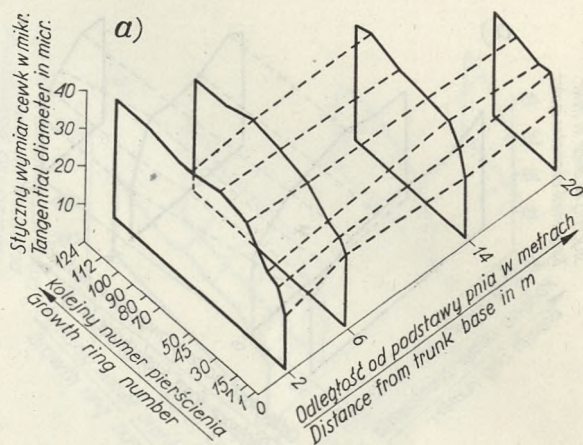
*A sample represents one growth ring.

Beleczki (trabeculae) są u świerka równie powszechne jak u modrzewia, lecz tylko w drewnie dojrzałym. Ich występowanie nie wykazuje żadnych prawidłowości.

Ząbkowania na wewnętrznej powierzchni ścian cewek poprzecznych

są u świerka rozwinięte nieco silniej niż u modrzewia, zwłaszcza w drewnie dojrziałym.

Jamki w polu skrzyżowania są typu piceoidalnego. W najmłodszym drewnie (pierścienie 1 - 2) podobnie jak u modrzewia spotyka się jamki kupresoidalne i taksodioidalne.

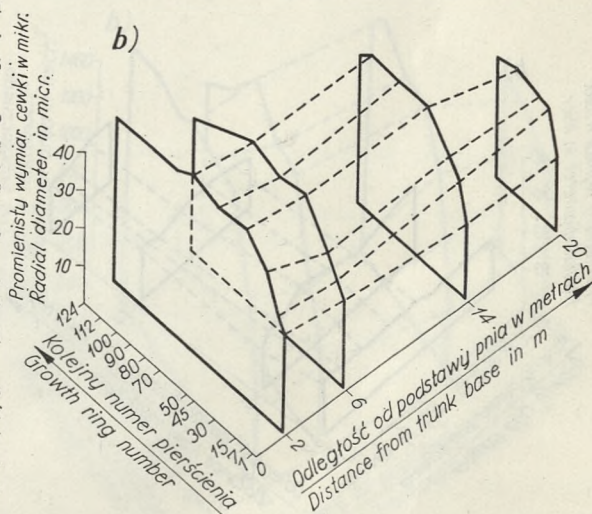


Ryc. 7. Zmiana poprzecznych wymiarów cewki drewna wczesnego wzdłuż promienia i wzdłuż osi pnia C

(W tym i we wszystkich następnym tego typu rysunkach, linie przerywane łączą pierścienie roczne o tym samym numerze, tj. pierścienie, wytworzone przez miazgę o tym samym wieku względnym). a - zmiana wymiaru stycznego, b - zmiana wymiaru promienistego

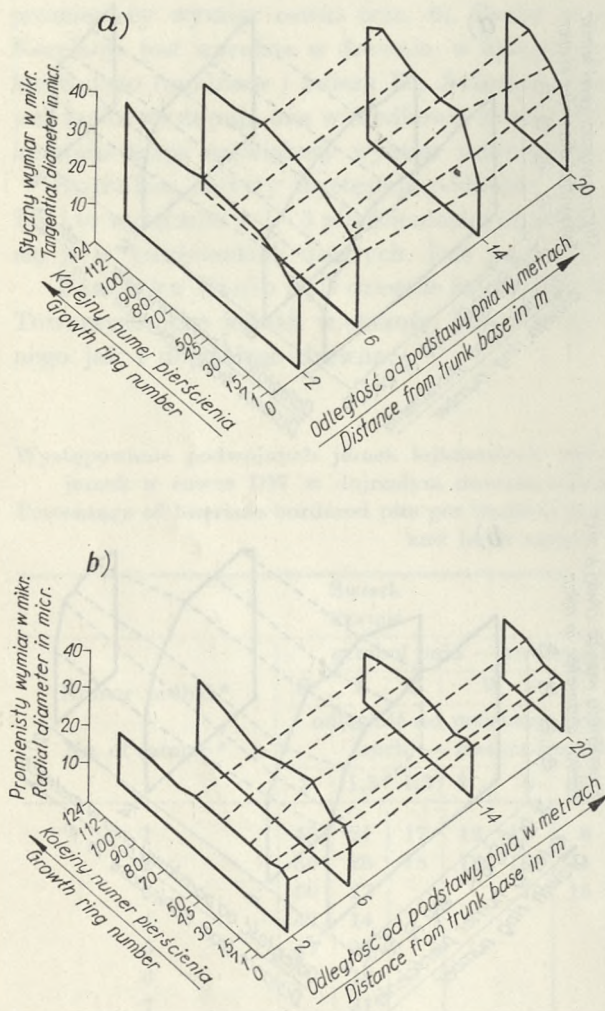
Fig. 7. Variation in the transverse dimensions of an early wood tracheid along a ray and along the axis of stem C

(In this and in all following graphs of this type the broken line joins growth rings of the same number, that is those formed by the cambium of the same relative age). a - tangential diameter of a tracheid, b - radial diameter of a tracheid



Poprzeczne wymiary cewki, a stąd i powierzchnia poprzecznego przekroju cewki, rosną od rdzenia na zewnątrz (ryc. 7 - 13). Wzrost ten jest gwałtowny w pierwszych latach życia drzewa, następnie słabnie i po osiągnięciu maksimum wymiary cewki utrzymują się na mniej więcej stałym poziomie. Szybkie tempo wzrostu u różnych osobników i na różnych ich wysokościach obejmuje różną liczbę lat. W pniu C tempo wzrostu słabnie od 30 pierścienia (ryc. 9), w pniu B około 40 pierścienia (ryc. 13), a w pniach pozostałych znacznie wcześniej, jeszcze przed 10 rokiem życia drzewa (ryc. 10 - 12). Na wyższych

wysokościach tempo wzrostu poprzecznych wymiarów cewki słabnie znacznie wcześniej niż na poziomach niższych (ryc. 7 i ryc. 11), a jego maksimum w różnych pniach i na różnych jego wysokościach jest osiągane również w różnych latach. U większości zbadanych pni po osiągnięciu maksimum poprzeczne



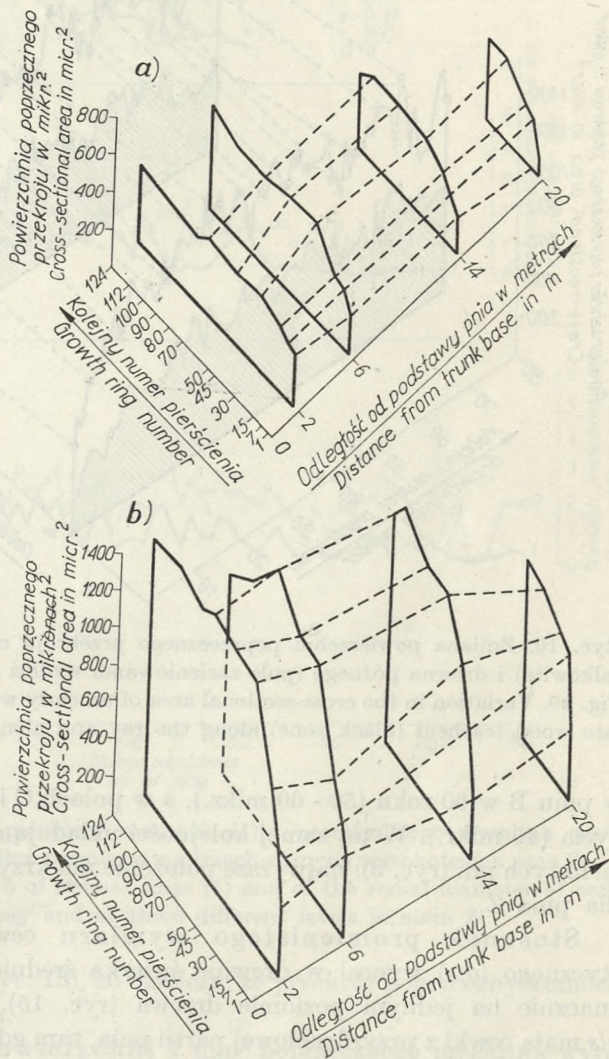
Ryc. 8. Zmiana poprzecznych wymiarów cewki drewna późnego wzdłuż promienia i wzdłuż osi pnia C
a – wymiar styczny, b – wymiar promienisty

Fig. 8. Variation in the transverse dimensions of a late wood tracheid along a ray and along the axis of stem C
a – tangential diameter of a tracheid, b – radial diameter of a tracheid

wymiary cewki utrzymują się na mniej więcej stałym poziomie, maleją natomiast w pniu Z na poziomach 4 i 13 m w granicach 40 pierścienia, przy równoczesnym spadku szerokości pierścienia poniżej 0,5 mm (ryc. 11). Poprzeczne wymiary cewki na wyższych poziomach pnia (20 - 22 m) są mniejsze, niż na poziomach niższych (1 - 4 m) — ryc. 7 - 10. Różnice pomiędzy poziomami nie są jednak tak duże, jak pomiędzy pierścieniami na jednym poziomie pnia.

Promienisty wymiar cewki DW jest dodatkowo skorelowany z szerokością pierścienia rocznego (ryc. 11). Korelacja ta nie jest wyraźna w drewnie o pierś-

eniach szerszych niż 2 mm (ryc. 12). Bardzo wyraźna jest natomiast w tych przypadkach, w których szerokość pierścieni rocznych nie przekracza 0,5 mm. Przemawia to za tym, że zwiększonej częstotliwości peryklinalnych podziałów inicjałów miazgi towarzyszy szybsze tempo wzrostu nowopowstałych komórek



Ryc. 9. Zmiana powierzchni poprzecznego przekroju cewki wzdłuż promienia i wzdłuż osi pnia C

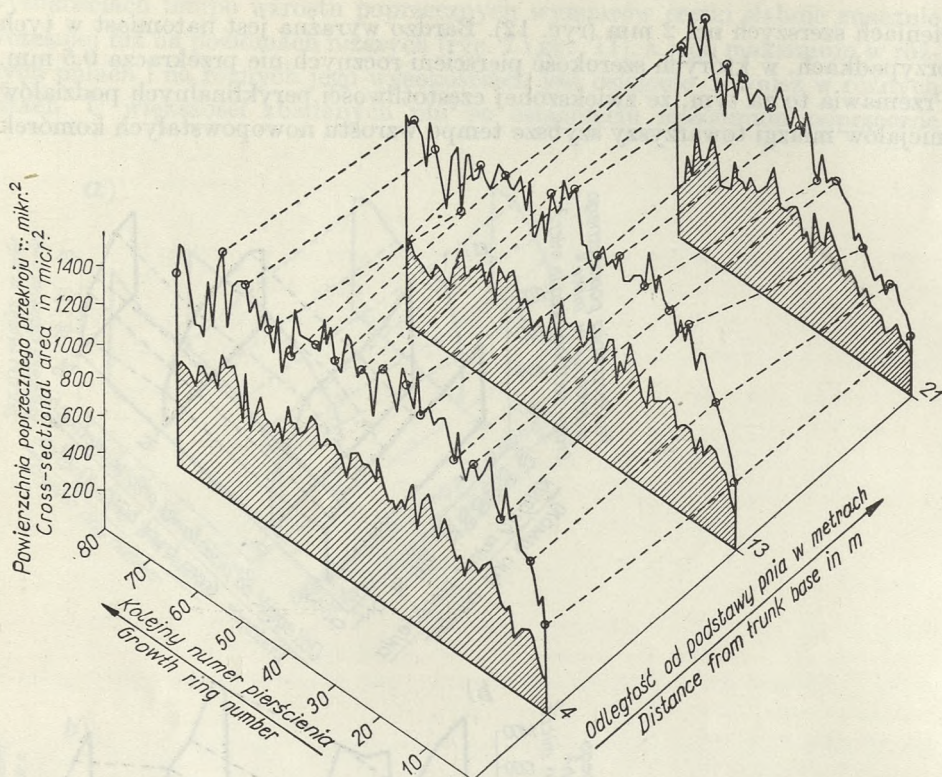
a – drewno późne, b – drewno wczesne

Fig. 9. Variation in the cross-sectional area on a tracheid along a ray and along the axis of stem C

a – late wood, b – early wood

drewna w kierunku promienistym i odwrotnie. Nasuwa się również przypuszczenie, że krytyczny stopień aktywności miazgi powodujący spadek promienistego wymiaru cewki DW wzdłuż promienia prowadzi do wytworzenia pierścieni rocznych o szerokości mniejszej niż 0,5 mm.

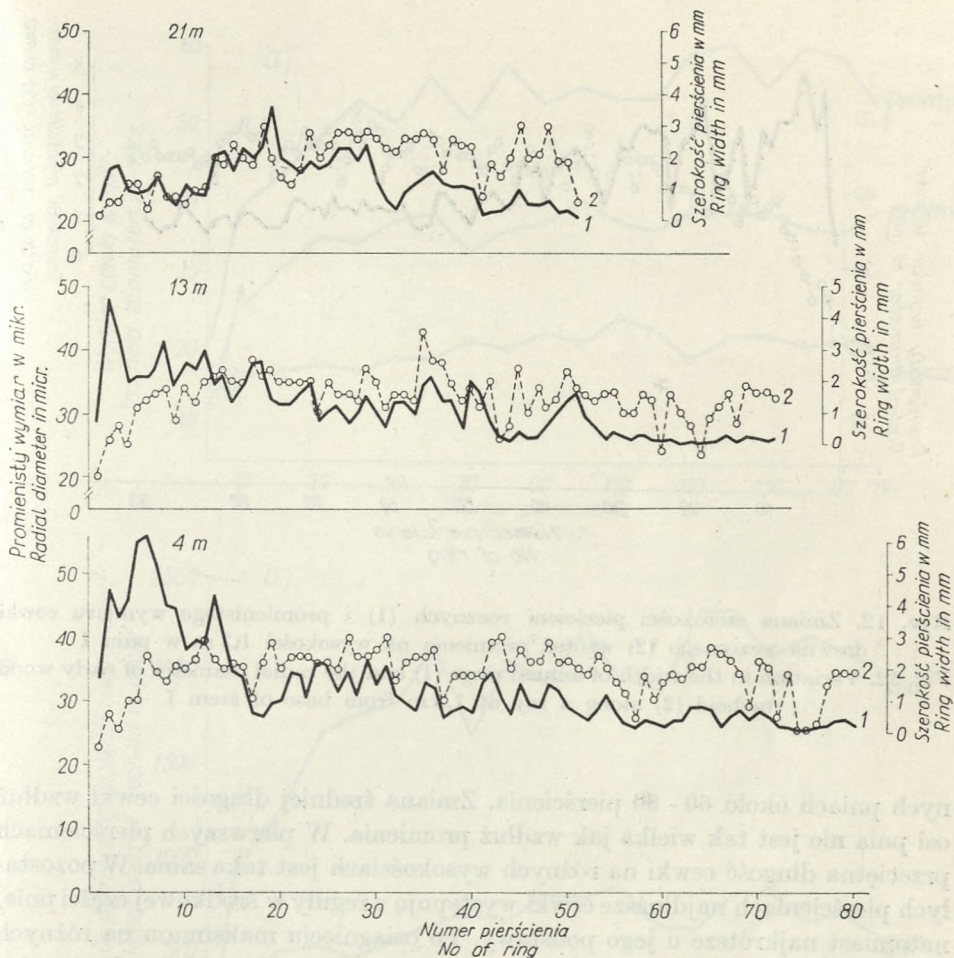
W początkowych latach życia drzewa promienisty wymiar cewki DW jest u wszystkich zbadanych osobników mniej więcej jednakowy (ryc. 14). W pniu Z najwyższą wartość równą 35 mikr. osiąga około 10 roku życia,



Ryc. 10. Zmiana powierzchni poprzecznego przekroju cewki drewna wczesnego (pole całkowite) i drewna późnego (pole zaciemnione) wzdłuż promienia i wzdłuż osi pnia Z
 Fig. 10. Variation in the cross-sectional area of an early wood tracheid (total zone) and a late wood tracheid (black zone) along the ray and along the axis of stem Z

w pniu B w 60 roku (50 - 60 mkr.), a w pniach C i I w granicach 30 - 50 roku życia (45 mkr.). W tej samej kolejności układają się krzywe szerokości pierścieni tych pni (ryc. 3): najwyższe położenie ma krzywa dla pnia B, najniższe — dla pnia Z.

Stosunek promienistego wymiaru cewki DW do jej wymiaru stycznego (g/s) wynosi w drewnie świerka średnio 1,1 - 1,4 i waha się dość znacznie na jednym poziomie drzewa (ryc. 15). Najwyższe współczynniki g/s mają cewki z przyrzeniowej partii pnia, tam gdzie tempo wzrostu komórek w kierunku promienistym jest największe. Wartości g/s ustalają się około 10 pierścienia. Nie ma też dużych różnic pomiędzy poziomami jednego pnia. Najwyższe wartości g/s posiada pień B (średnio 1,4 - 1,6), przy czym nie ulegają tu one kierunkowej zmianie wzdłuż promienia (ryc. 15-B). Najniższe wartości charakteryzują pień Z (ryc. 15-Z), gdzie wartość g/s maleje wzdłuż promienia razem z szerokością pierścienia. Współczynnik g/s jest więc skorelowany z szerokością pierścienia. Im węższy pierścień, tym niższa wartość g/s . Gdy szerokość pierścienia spada poniżej 0,5 mm to wartość współczynnika jest

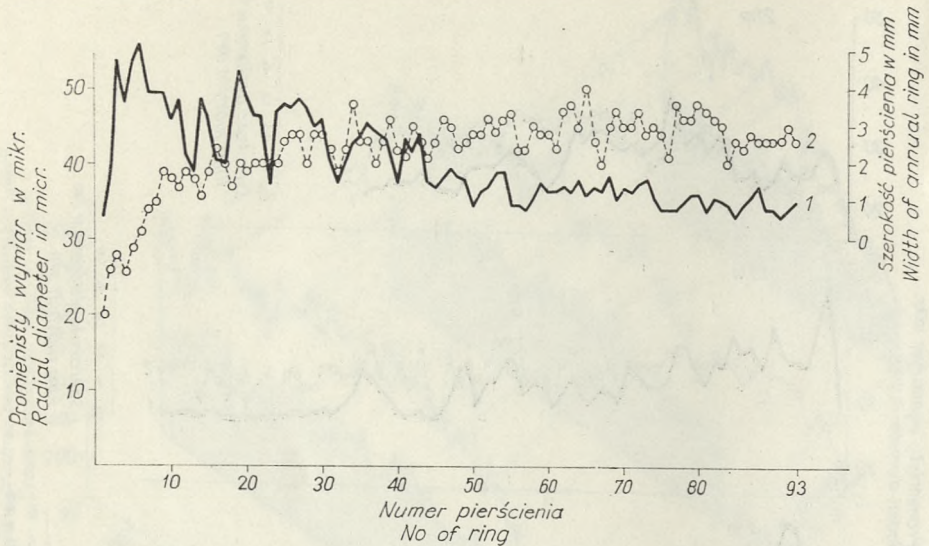


Ryc. 11. Zmiana szerokości pierścieni rocznych (1) i promienistego wymiaru cewki drewna wczesnego (2) wzdłuż promienia na trzech różnych wysokościach pnia Z
 Fig. 11. Variation in the width of annual rings (1) and of the radial diameter of early wood tracheid (2) along the ray and at three different levels in stem Z

równa lub mniejsza od 1 (ryc. 15), co oznacza, że przekrój poprzeczny komórki jest zbliżony do kwadratu.

Liczba cewek na powierzchni 1 mm^2 poprzecznego przekroju wyrażona jako odwrotność powierzchni poprzecznego przekroju jednej cewki wynosi 400 - 3000 dla DW i 1100 - 6600 dla DP (wliczając w to pierścienie przyrządzeniowe). Średnie ogólne dla poszczególnych pni mieszczą się w granicach 700 - 1000 dla DW i 1800 - 2600 dla DP. Kierunek zmiany tej cechy w obrębie pnia jest oczywiście odwrotny niż powierzchni poprzecznego przekroju cewki (patrz str. 97-99).

Średnia długość cewki DW i DP rośnie wzdłuż promienia (ryc. 16, 17 i 19) do około 20 pierścienia szybko, potem wolniej i osiąga maksimum w róż-



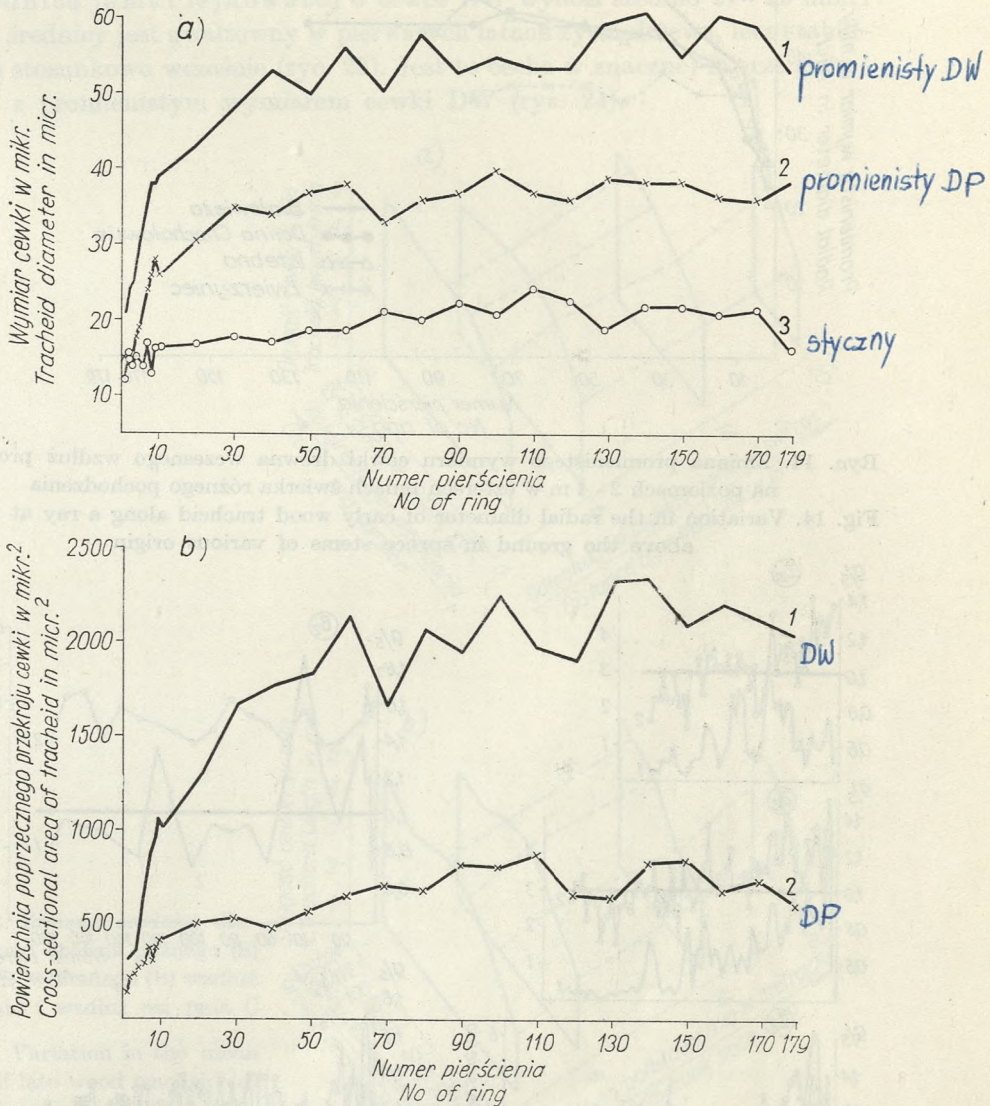
Ryc. 12. Zmiana szerokości pierścieni rocznych (1) i promienistego wymiaru cewki drewna wczesnego (2) wzdłuż promienia na wysokości 1,3 m w pniu I
 Fig. 12. Variation in the width of annual rings (1) and the radial diameter of early wood tracheid (2) along a ray at 1,3 m from base of stem I

nych pniach około 60 - 80 pierścienia. Zmiana średniej długości cewki wzdłuż osi pnia nie jest tak wielka jak wzdłuż promienia. W pierwszych pierścieniach przeciętna długość cewki na różnych wysokościach jest taka sama. W pozostałych pierścieniach najdłuższe cewki występują z reguły w środkowej części pnia, natomiast najkrótsze u jego podstawy. Po osiągnięciu maksimum na różnych dla różnych pierścieni wysokościach, przeciętna długość cewki spada (ryc.16, ryc. 17).

Średnia długość cewki w dojrzałym drewnie w obrębie jednego pierścienia rocznego zmienia się przeważnie w sposób następujący; począwszy od granicy pierścienia rośnie, przy przejściu do DP spada, potem znów rośnie i spada ponownie jeszcze przed osiągnięciem granicy pierścienia (ryc. 18). Najdłuższe cewki występują zwykle w najwcześniej w danym sezonie wytworzonej warstwie drewna późnego.

Długość cewki jest ujemnie skorelowana z szerokością pierścienia (ryc. 19 - b). Podobną korelację wykazuje stosunek długości cewki do jej wymiaru promienistego (ryc. 19 - a). Korelacji tej jednak brak w pierwszych 5 pierścieniach przyrzeniowych.

Średnia liczba jamek lejkowatych w cewce DW rośnie od rdzenia na zewnątrz na wszystkich wysokościach zbadanych pni (ryc. 20, 21). Charakter zmiany tej cechy w pniu jest taki sam jak średniej długości cewki DW (ryc. 16, 17); cechy te są ze sobą dodatnio skorelowane (ryc. 22).

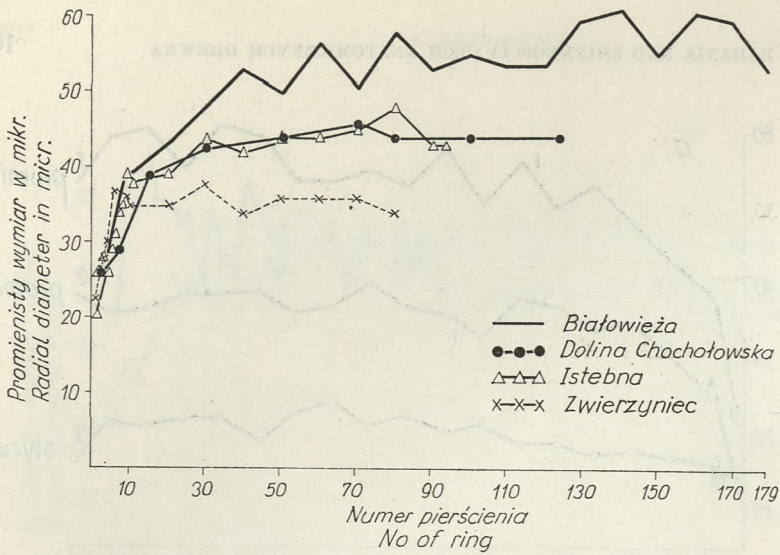


Ryc. 13. Zmiana poprzecznych wymiarów cewki drewna wczesnego i późnego na poziomie 2 m w pniu B

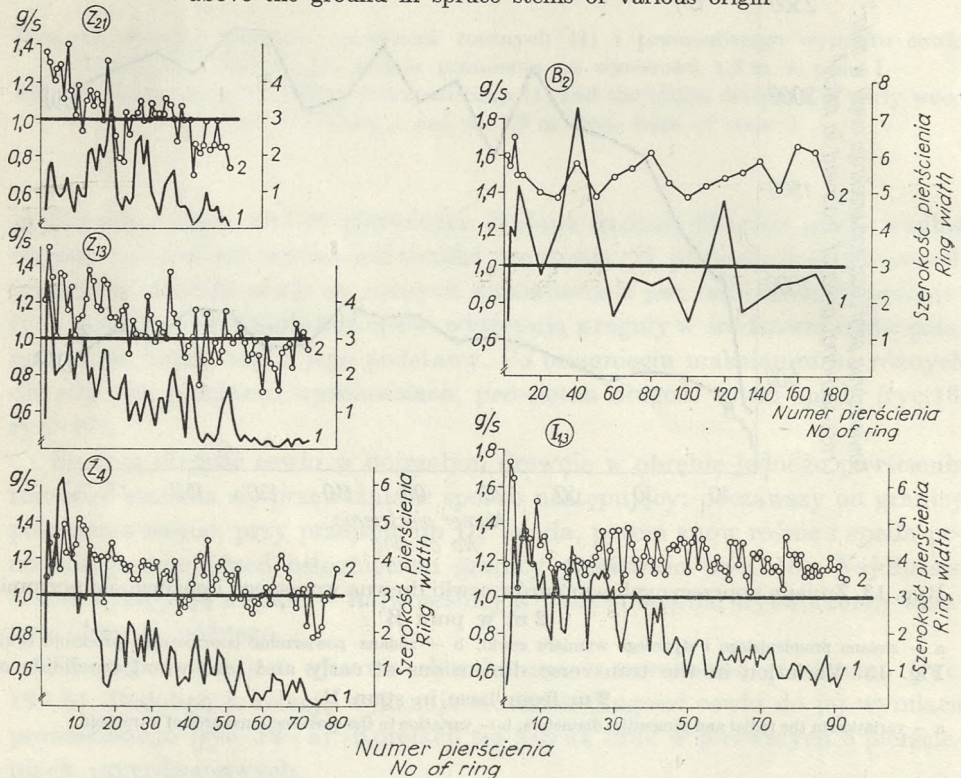
a – zmiana promienistego i stycznego wymiaru cewki, b – zmiana powierzchni poprzecznego przekroju cewki
 Fig. 13. Variation in the transverse dimensions of early and late wood tracheids at 2 m from base in stem B

a – variation in the radial and tangential diameters, b – variation in the cross-sectional area of a tracheid

Średnia liczba jamek przypadająca na jednostkę długości cewki, czyli gęstość jamek (za jednostkę przyjęto odcinek cewki równy 100 mikr.), jest stała począwszy od 7 pierścienia i nie zmienia się na różnych wysokościach pnia (ryc. 20 - b i ryc. 33 - 3).

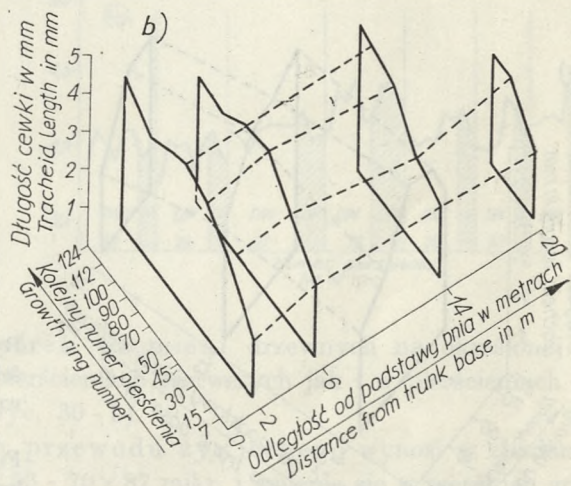
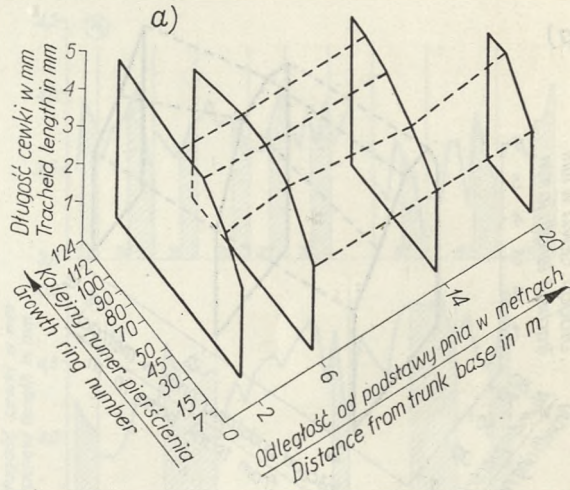


Ryc. 14. Zmiana promienistego wymiaru cewki drewna wczesnego wzdłuż promienia na poziomach 2 - 4 m w czterech pniach świerka różnego pochodzenia
 Fig. 14. Variation in the radial diameter of early wood tracheid along a ray at 2 - 4 m above the ground in spruce stems of various origin



Ryc. 15. Zmiana współczynnika g/s — stosunku promienistego wymiaru cewki drewna wczesnego do jej wymiaru stycznego (2), wzdłuż promienia i wzdłuż osi pnia na trzech różnych wysokościach pnia Z, na wysokości 2 m w pniu B i na wysokości 1,3 m w pniu I na tle zmiany szerokości pierścieni rocznych (1)
 Fig. 15. Variation in the ratio of radial to tangential diameter of early wood tracheid (2) along a ray and along the stem axis at three levels of stem Z, at 2 m in stem B and at 1,3 m in stem I as contrasted to the variation in ring width diameter (1)

Średnica jamki lejkowatej w cewce DW wynosi średnio 21 - 22 mikr. Wzrost średnicy jest gwałtowny w pierwszych latach życia drzewa, lecz stabilizuje się stosunkowo wcześniej (ryc. 23). Jest to cecha w znacznej mierze skorelowana z promienistym wymiarem cewki DW (ryc. 24).



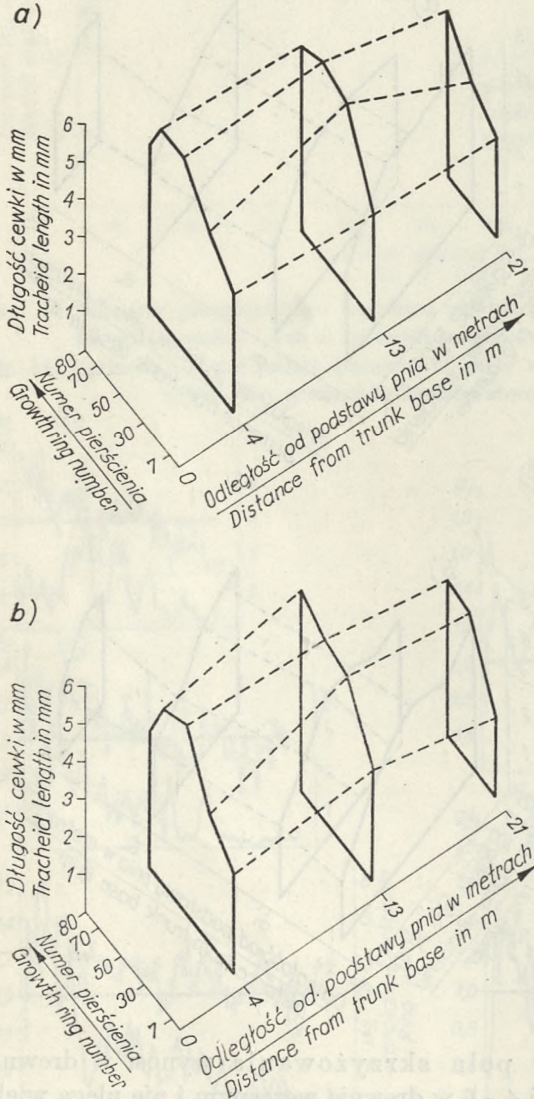
Ryc. 16. Zmiana średniej długości cewki drewna późnego (a) i drewna wczesnego (b) wzdłuż promienia i wzdłuż osi pnia C

Fig. 16. Variation in the mean length of late wood tracheid (a) and early wood tracheid (b) along a ray and along the axis of trunk C

Średnia liczba jamek w polu skrzyżowania wynosi w drewnie świerka 1 - 2 w drewnie późnym i 4 - 6 w drewnie wczesnym i nie ulega większym wahaniom ani wzdłuż promienia ani wzdłuż osi pnia (ryc. 25 i tab. 7).

Wysokość promienia drzewnego, wyrażona zarówno przez liczbę tworzących go komórek jak i w jednostkach metrycznych, zmienia się w szerokich granicach zarówno w próbie odpowiadającej jednemu pierścieniowi jak i w obrębie jednego pnia. Waha się ona od 1 do 30 komórek, tj. od około 18 mikr. do około 0,5 mm. Średnia wysokość promienia na jednym poziomie u więk-

szości zbadanych pni ustala się bardzo wczesnie (ryc. 26). Jedynie w pniu B rośnie wzdłuż promienia aż do 110 pierścienia (ryc. 27 krzywe 1 i 2). Średnia wysokość promienia na wyższych poziomach pnia jest większa niż na poziomach niższych (w pierścieniach o tym samym numerze).

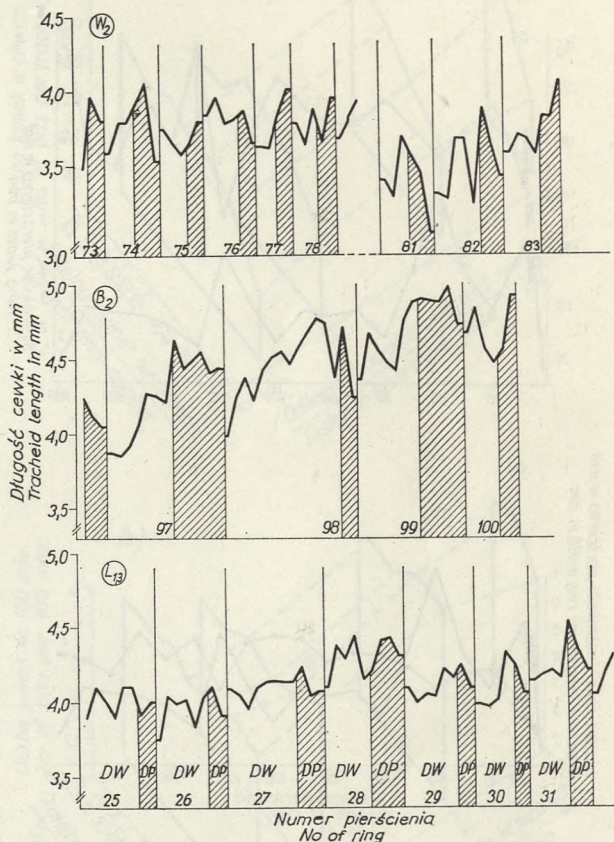


Ryc. 17. Zmiana średniej długości cewki drewna późnego (a) i drewna wczesnego (b) wzdłuż promienia i wzdłuż osi pnia Z
 Fig. 17. Variation in the mean length of late wood tracheid (a) and early wood tracheid (b) along a ray and along the axis of stem Z

Średnia liczba promieni na stycznej powierzchni równej 1 mm^2 jest największa w pierścieniach przyrzeniowych, później spada (ryc. 30 - a).

Wymiary pojedynczych komórek promienia drzewnego są stałe na jednym poziomie pnia począwszy od około 7 pierścienia. Są one również stałe na różnych wysokościach pnia (ryc. 27, 28). W pierwszych latach życia drzewa

komórki promienia są znacznie większe od komórek powstałych w latach późniejszych. Równocześnie jednak promienie z pierwszych pierścieni są znacznie niższe i utworzone z mniejszej liczby komórek niż z dalszych pierścieni (ryc. 26, 27, 29).



Ryc. 18. Zmiana długości cewki w obrębie jednego pierścienia rocznego w próbkach drewna pni W, B i L. Przy symbolu pnia podano wysokość z jakiej pochodziła badana próbka

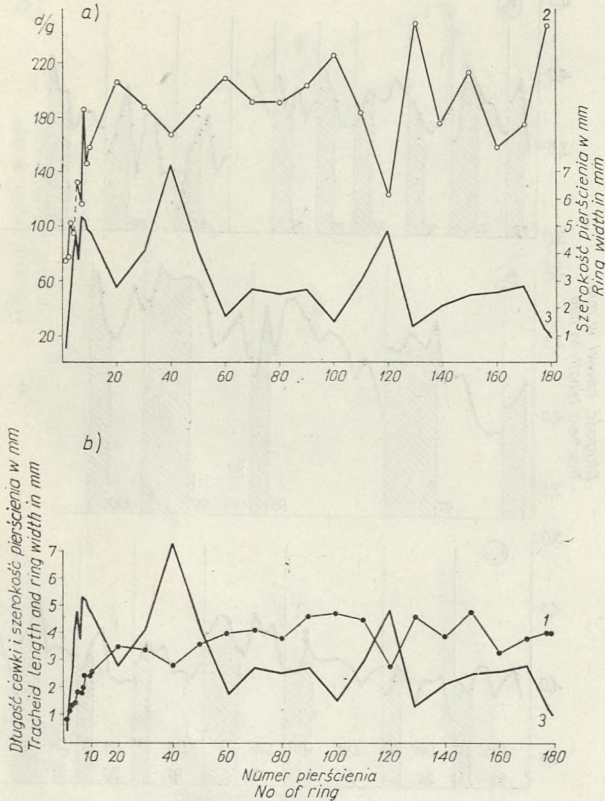
Fig. 18. Variation in the tracheid length within an annual ring of wood samples from stems W, B and L. Beside the stem symbol is given the distance of the sample from the ground

Średnia liczba komórek promieni drzewnych na określonej powierzchni jest zarówno w pierścieniach pierwszych jak i w pierścieniach dalszych prawie taka sama (ryc. 30 - b).

Średnica pionowego przewodu żywicznego wynosi w zbadanych pniach świerka średnio $40 \times 53 - 70 \times 87$ mikr. i zmienia się w szerokich granicach tak w obrębie jednej próby jak i w obrębie jednego pnia. Zmienność ta nie posiada wyraźnego kierunku. Wzrost średnicy od rdzenia na zewnątrz zaznaczył się tylko w pniu I (tab. 7).

Średnia liczba komórek wyściełających pionowy przewód żywiczny w zbadanych próbkach drewna wynosi średnio 8 - 12 i jest mniej więcej taka sama we wszystkich zbadanych pniach. Nie wykazuje też kierunkowej zmiany w obrębie jednego pnia (tab. 7), z wyjątkiem pnia C, w którym rośnie wzdłuż promienia aż do 90 pierścienia.

Położenie poziomego przewodu żywicznego we wrzecionowatym promieniu drzewnym jest u świerka wyraźnie ekscentryczne. Stosunek liczb komórek na obu jednorzędowych końcach promienia wynosi średnio 1,3 - 2,3 (tab. 6).



Ryc. 19. Zmiana długości cewki drewna późnego (1), stosunku długości cewki drewna późnego do jej wymiaru promienistego d/g (2), na tle zmiany szerokości pierścienia rocznego (3) w pniu B na wysokości 2 m

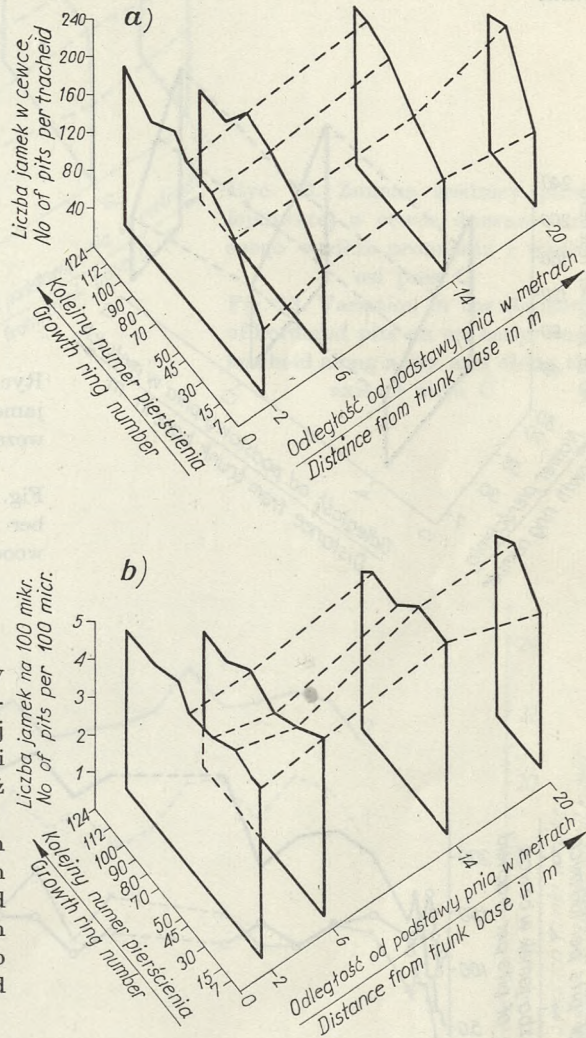
Fig. 19. Variation in the length of wood tracheid (1), the ratio of the late wood tracheid length to radial diameter (2) as contrasted to the variation in ring width diameter (3)

Ze względu na charakter zmiany wyżej omówionych cech anatomicznych drewna w obrębie jednego pnia, można je połączyć w 3 grupy:

I. Cechy wykazujące pewien stały kierunek zmiany w pniu, przy czym mogą to być cechy: a) rosnące od rdzenia na zewnątrz przynajmniej w obrębie pierwszych kilkunastu pierścieni: udział DP w pierścieniu, poprzeczne wymiary cewki, długość cewki i liczba jamek lejkowatych w ścianach cewki; b) malejące wzdłuż promienia: szerokość pierścienia rocznego, liczba cewek na powierzchni 1 mm^2 poprzecznego przekroju, liczba promieni i liczba komórek promieni na stycznej powierzchni równej 1 mm^2 .

II. Cechy szybko stabilizujące się: stosunek obu poprzecznych wymiarów cewki, gęstość jamek lejkowatych w cewce DW, średnica jamki lejkowatej, wysokość promienia drzewnego i wymiary jednej jego komórki, liczba jamek w polu skrzyżowania i liczba komórek wyściełających pionowy przewód żywiczny.

III. Cechy o zmienności bezkierunkowej: średnica pionowego przewodu żywicznego i stosunek liczb komórek na jednorzędowych końcach wrzecionowatego promienia drzewnego.

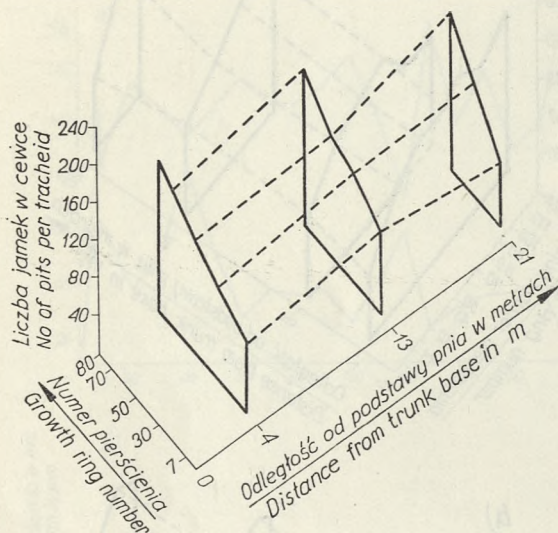


Ryc. 20. Zmiana średniej liczby jamek lejkokształtnych w cewce drewna wczesnego (a) i średniej liczby jamek na odcinku cewki równym 100 micr. (b) wzdłuż promienia i wzdłuż osi pnia C Fig. 20. Variation in the mean number of bordered pits in an early wood tracheid (a) and the mean number of pits on a tracheid segment equal to 100 micr. (b), along a ray and along the axis of stem C

Wśród cech grupy Ia wyróżnić należy takie, które wzdłuż osi pnia rosną do pewnej jego wysokości, a następnie maleją (długość cewki i poprzeczne wymiary cewki DP) oraz cechy, które maleją od podstawy pnia (poprzeczne wymiary cewki DW w pniach C i Z).

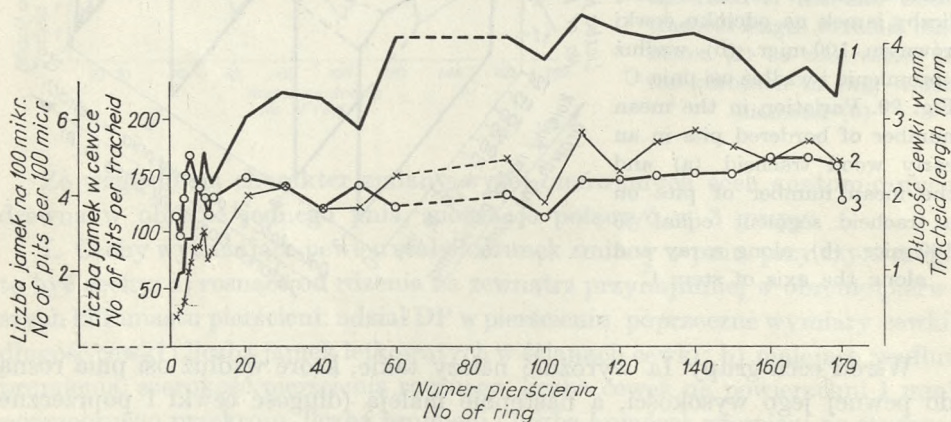
Niektóre cechy w jednym pniu zmieniają się według schematu Ia, podczas gdy w innych nie wykazują zmiany kierunkowej, np. wysokość promienia drzewnego w pniu B rośnie od rdzenia na zewnątrz a w innych pniach wykazuje duże bezkierunkowe wahania; średnica pionowego przewodu żywicznego

w pniu I wzrasta od rdzenia na zewnątrz, w innych nie ulega zmianie kierunkowej; liczba komórek wyścielających pionowy przewód żywiczny w pniu C rośnie od rdzenia na zewnątrz, w pozostałych stosunkowo szybko się ustala.



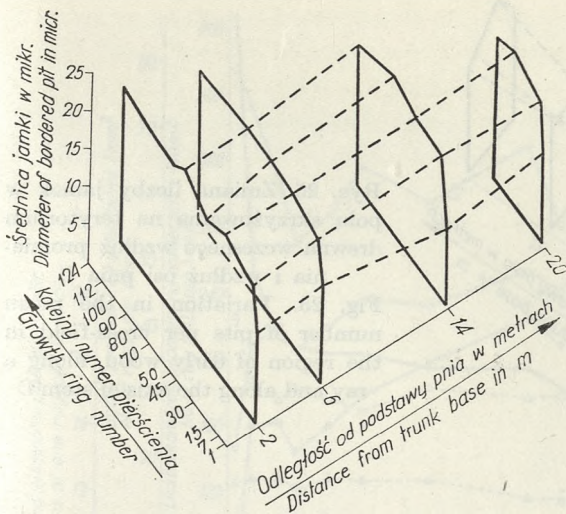
Ryc. 21. Zmiana średniej liczby jamek lejkowatych w cewce drewna wczesnego wzdłuż promienia i wzdłuż osi pnia Z

Fig. 21. Variation in the mean number of bordered pits on an early wood tracheid along a ray and along the axis of stem Z

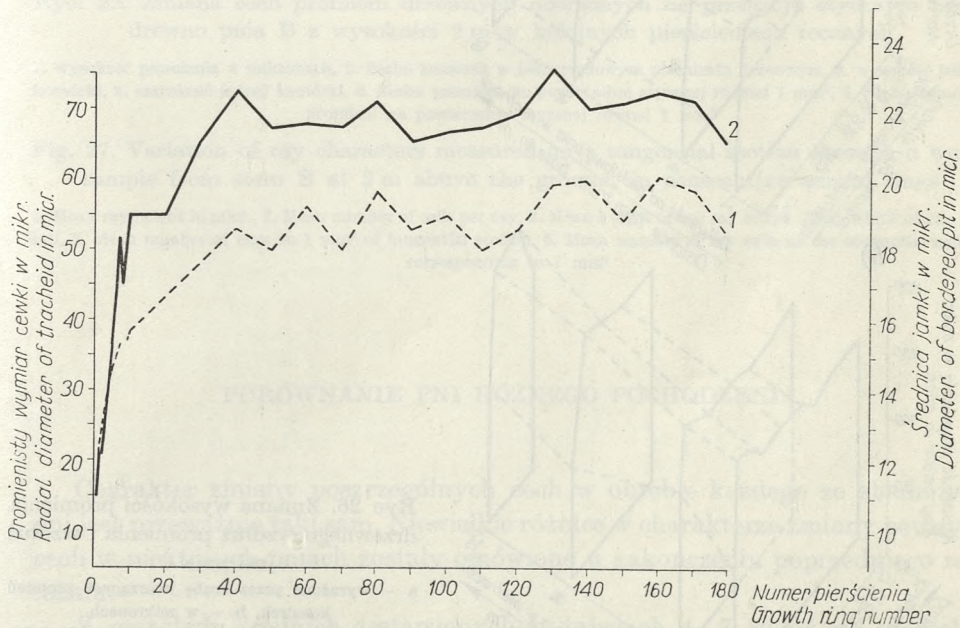


Ryc. 22. Zmiana długości cewki drewna wczesnego (1), liczby jamek w cewce (2) i liczby jamek przypadającej na 100 mikr. długości cewki (3) w kolejnych pierścieniach rocznych na poziomie 2 m w pniu B

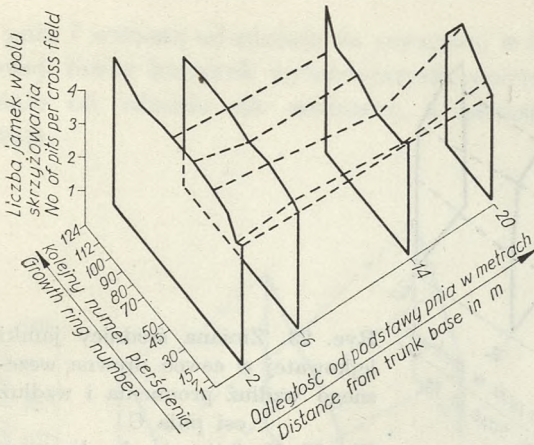
Fig. 22. Variation in the length of early wood tracheids (1), the number of pits per tracheid (2) and the number of pits on a tracheid segment equal to 100 micr. (3) in consecutive annual rings at 2 m above the ground in stem B



Ryc. 23. Zmiana średnicy jamki lejkowatej w cewce drewna wczesnego wzdłuż promienia i wzdłuż osi pnia C
 Fig. 23. Variation in the diameter of bordered pits on an early wood tracheid along a ray and along the axis of stem C

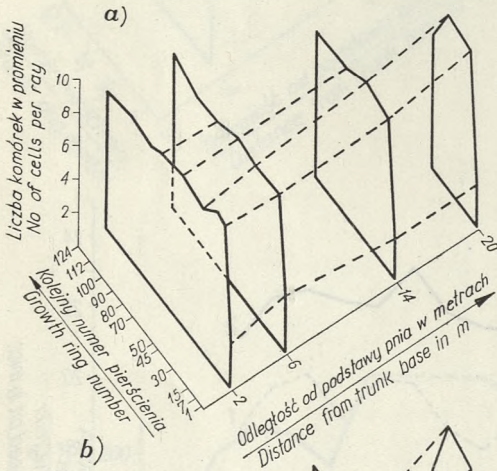


Ryc. 24. Zmiana promienistego wymiaru cewki drewna wczesnego (1) i średnicy jamki lejkowatej w cewce drewna wczesnego (2) w pniu B na poziomie 2 m
 Fig. 24. Variation in the radial diameter of an early wood tracheid (1) and the diameter of a bordered pit on an early wood tracheid (2) in stem B at 2 m above the ground

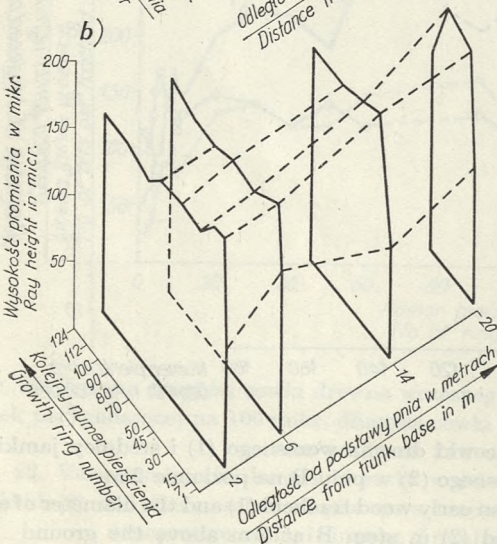


Ryc. 25. Zmiana liczby jamek w polu skrzyżowania na terytorium drewna wczesnego wzdłuż promienia i wzdłuż osi pnia C

Fig. 25. Variation in the mean number of pits per cross-field in the region of early wood, along a ray and along the axis of stem C



a)



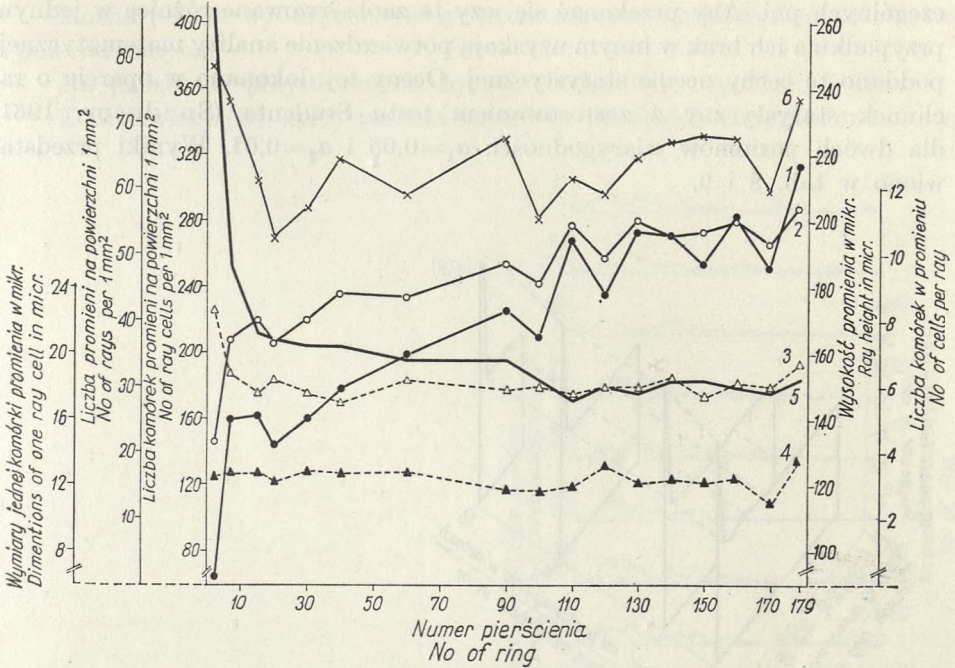
b)

Ryc. 26. Zmiana wysokości promienia drzewnego wzdłuż promienia i wzdłuż osi pnia C

a - wyrażona przez liczbę tworzących promień komórek, b - w mikronach

Fig. 26. Variation in the ray height along a ray and along the axis of stem C

a - expressed as the number of cells in the ray, b - in microns



Ryc. 27. Zmiana cech promieni drzewnych mierzonych na przekroju stycznym przez drewno pnia B z wysokości 2 m w kolejnych pierścieniach rocznych

1. wysokość promienia w mikronach, 2. liczba komórek w jednorzędowym promieniu drzewnym, 3. wysokość jednej komórki, 4. szerokość jednej komórki, 5. liczba promieni na powierzchni stycznej równej 1 mm², 6. liczba komórek promieni na powierzchni stycznej równej 1 mm²

Fig. 27. Variation of ray characters measured on a tangential section through a wood sample from stem B at 2 m above the ground, in consecutive annual rings

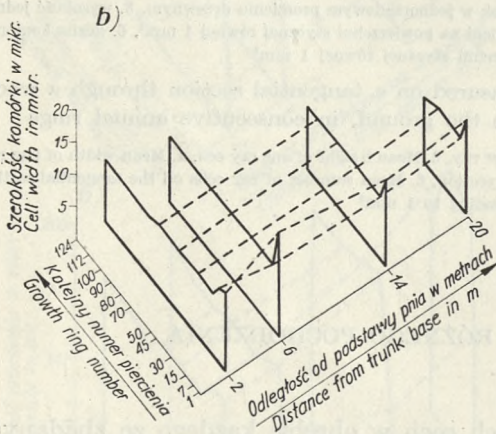
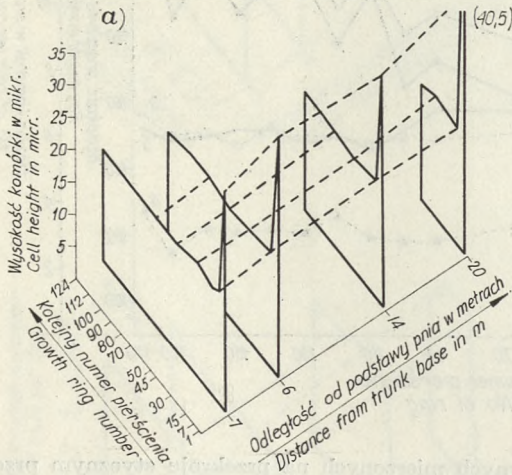
1. Mean ray height in micr., 2. Mean number of cells per ray, 3. Mean height of one ray cell, 4. Mean width of one ray cell, 5. Mean number of rays on 1 mm² of tangential section, 6. Mean number of ray cells on the tangential section corresponding to 1 mm²

PORÓWNANIE PNI RÓŻNEGO POCHODZENIA

Charakter zmiany poszczególnych cech w obrębie każdego ze zbadanych pni jest przeważnie taki sam. Niewielkie różnice w charakterze zmiany pewnych cech w niektórych pniach zostały omówione w zakończeniu poprzedniego rozdziału.

Z przeglądu średnich zestawionych w tabelach 4 - 7 widać, że są cechy, które są stałe w obrębie jednego pnia, ale które i u różnych pni mają wartości zbliżone: styczny wymiar cewki, stosunek obu poprzecznych wymiarów cewki DW, średnica jamki lejkowatej w cewce DW, wysokość jednej komórki promienia drzewnego. Istnieją jednak cechy, które posiadają wartości różne u posz-

czególnych pni. Aby przekonać się, czy te zaobserwowane różnice w jednym przypadku a ich brak w innym uzyskają potwierdzenie analizy matematycznej, poddano te cechy ocenie statystycznej. Oceny tej dokonano w oparciu o rachunek statystyczny z zastosowaniem testu Studenta (Snedecor, 1961) dla dwóch poziomów wiarygodności: $\alpha_1=0,05$ i $\alpha_2=0,01$. Wyniki przedstawiono w tab. 8 i 9.



Ryc. 28. Zmiana wymiarów jednej komórki promienia drzewnego wzdłuż promienia i wzdłuż osi pnia C

a — wysokość jednej komórki, b — szerokość jednej komórki

Fig. 28. Variation in the dimensions of one ray cell along a ray and along the axis of stem C

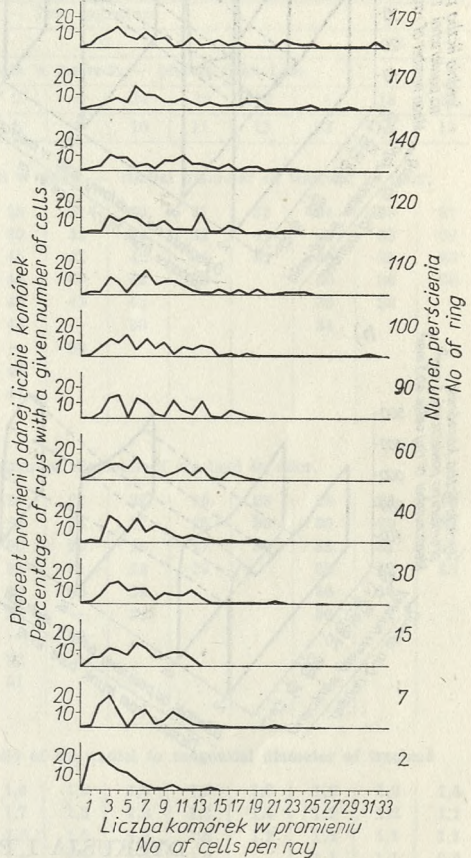
a — height of one cell, b — width of one cell

Z załączonych tabeli widać, że niektóre cechy nie wykazują istotnych różnic pomiędzy poszczególnymi pniami lub, że istotne różnice istnieją tylko pomiędzy niektórymi osobnikami: długość cewki w drewnie młodocianym, wysokość jednej komórki promienia drzewnego i średnica jamki lejkowatej w cewce DW, oraz w mniejszym stopniu — stosunek obu poprzecznych wymiarów jednej cewki. Należy sądzić, że na wielkość tych cech nie miały większego wpływu warunki, w jakich drzewo rosło.

Można jednak wyodrębnić cechy, które zdecydowanie odróżniają niektóre pnie od innych.

Na podstawie przytoczonych danych można było wyróżnić 3 pnie:

Z Białowieży (B), który posiada najszersze pierścienie roczne i cewki o naj-



Ryc. 29. Rozkład częstotliwości występowania promieni drzewnych o danej liczbie komórek w różnych pierścieniach poziomu 2 m w pniu B

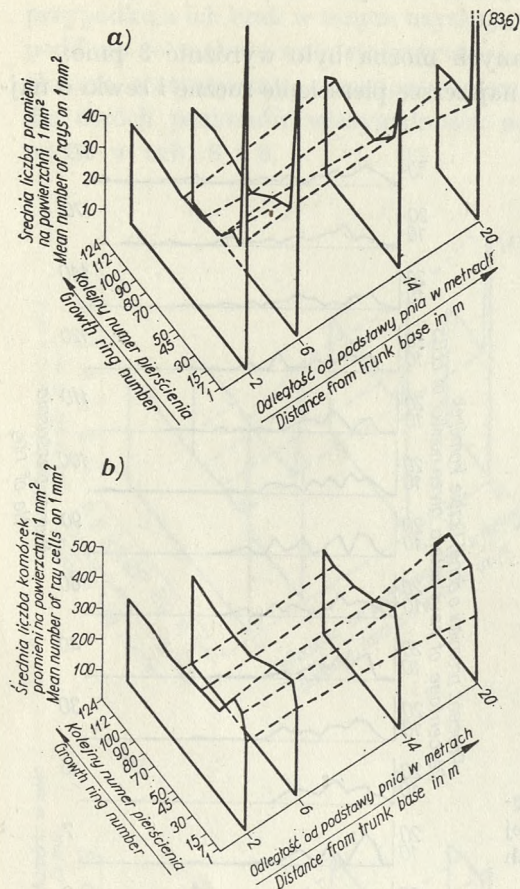
Fig. 29. Variation in the frequency of occurrence of rays with a given number of cells at various rings and at 2 m above the ground of stem B

większym przekroju poprzecznym, oraz najszersze komórki promienia drzewnego i jamki lejkowate o największej średnicy.

Z Istebnej (I), o najwyższych promieniach drzewnych, utworzonych z największej liczby komórek i cewkach, których wielkość poprzecznego przekroju jest zbliżona do pnia B, ale znacznie większa od pozostałych pni.

Ze Zwierzyńca (Z), o najwęższych pierścieniach rocznych, ale największym procencie drewna późnego i cewkach których średnica jest najmniejsza, ale długość największa ze wszystkich zbadanych pni.

Ze względu na to, że szerokość pierścienia jest wyrazem aktywności miazgi, należy sądzić, że warunki w jakich rośło drzewo B były dla świerka optymalne, a warunki w jakich rośło drzewo Z skrajnie niekorzystne. W korzystnych więc warunkach tworzone są cewki krótkie, lecz o dużym przekroju poprzecznym i odwrotnie.



Ryc. 30. Zmiana liczby promieni drzewnych na stycznej powierzchni równej 1 mm² (a), oraz liczby komórek promieni drzewnych na tej samej powierzchni (b) wzdłuż promienia i wzdłuż osi pnia C

Fig. 30. Variation in the number of ray cells on a tangential surface equal to 1 mm² (a), and the number of ray cells on the tangential surface corresponding to 1 mm² (b) along a ray and along the axis of stem C

DYSKUSJA I PODSUMOWANIE

Dane z literatury o zmienności cech anatomicznych drewna klasy *Coniferae* dotyczą tylko niewielkiej liczby cech, głównie szerokości pierścieni rocznych, udziału drewna późnego w pierścieniu oraz wymiarów cewki, a zwłaszcza jej długości (Sanio, 1872; Bisset, 1949; Bisset i Dadswell, 1950; Chalk, 1930; Chalk i Ortiz, 1961; Dinwoodie, 1963; Reck, 1965; Brister, 1959/60; Saiki, 1965; Schultze-Dewitz, 1965; Strickland i Goddard, 1966; Richardson, 1964 i inni). Są to cechy, które warunkują właściwości drewna, a stąd i jego wartość technologiczną. Inne cechy nie były dotąd badane pod kątem zmienności, zwłaszcza w obrębie jednego pnia. Szczegółowe badania tego typu przeprowadziłam nad drewnem modrzewia polskiego (Hejnowicz, 1964). Nieco danych o ontogenetycznej zmienności takich cech, jak wysokość promienia drzewnego, gęstość promieni oraz liczba komórek wyścielających przewód żywiczny, znajdują się w pracy Sašiny (1964). Przy czym według tej

Tabela 4

Zestawienie średnich wartości cech cewek drewna wczesnego w 7 pniach świerka na różnych wysokościach i w różnych pierścieniach rocznych
 Mean values of early wood tracheid characters in 7 spruce stems at various levels in the trunk and on various growth rings

Nr pierśc. No. of ring	Symbol pnia - Tree signature																		
	B			I			U			W			C			L		Z	
	Odległość od podstawy pnia w metrach - Meters from base																		
	2	1,3	1,3	1	2	6	2	6	14	20	12	4	13	21					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15					

Promienisty wymiar cewki w mikr. - Radial diameter of tracheid in micr.

7	36	38	39	35	31	33	29	27	30	31	32	34	33	27
15	41	41	43	41	42	43	39	32	34	32	41	36	35	32
30	48	45	42	45	40	45	45	42	42	34	37	38	35	33
50	50	42	41	41	41	43	44	40	42	33		36	36	30
70	50	47	29	46	45	45	46	43	42			36	33	
80	58	48		46	43	43	44	-	39			34		
90	53	45		40	46			-	39					
100	55						44							
dalsze above	54						44							

Styczny wymiar cewki w mikr. - Tangential diameter of tracheid in micr.

7	24	28	24	26	26	27	20	22	22	25	25	28	28	19
15	28	34	28	29	29	30	23	24	27	25	30	30	30	28
30	35	35	30	28	28	31	30	29	28	27	30	33	31	31
50	37	34	30	27	30	32	32	31	29	29		32	32	35
70	33	37	30	31	32	33	30	33	32			36	33	
80	36	38		29	34	34	30	-	31			30		
90	37	38		31	33		-	30						
100	40						32							
dalsze above	38						31							

Stosunek obu poprzecznych wymiarów cewki - Ratio of the radial to tangential diameter of tracheid

7	1,5	1,3	1,6	1,3	1,2	1,2	1,4	1,3	1,4	1,2	1,3	1,2	1,2	1,4
15	1,4	1,2	1,5	1,4	1,4	1,4	1,7	1,3	1,3	1,2	1,4	1,2	1,2	1,1
30	1,4	1,3	1,4	1,6	1,4	1,4	1,5	1,5	1,5	1,3	1,2	1,2	1,1	1,1
50	1,4	1,2	1,4	1,5	1,3	1,3	1,4	1,3	1,5	1,2		1,1	1,1	0,9
70	1,5	1,3	1,0	1,5	1,4	1,4	1,5	1,3	1,3			1,0	1,0	
80	1,6	1,3		1,6	1,3	1,3	1,4	-	1,3			1,2		
90	1,5	1,2		1,3	1,4		-	1,3						
100	1,4						1,4							
dalsze above	1,4						1,4							

Powierzchnia poprzecznego przekroju cewki w mikr.² - Cross sectional area of tracheid in micr.²

7	870	1069	932	914	827	910	583	592	662	763	793	948	916	529
15	1166	1413	1173	1179	1222	1288	908	760	936	803	1235	1070	1024	872
30	1679	1600	1254	1283	1134	1405	1351	1220	1194	904	1134	1251	1062	1026
50	1844	1455	1217	1107	1236	1392	1383	1229	1191	944		1142	1155	1021
70	1655	1733	851	1435	1424	1509	1391	1422	1342			1303	1119	
80	2077	1812		1331	1455	1472	1329	-	1222			1022		
90	1970	1700		1234	1540		-	1169						
100	2231						1400							
dalsze above	2133						1364							

Nr pierśc. No. of ring	Symbol pnia — Tree signature													
	B	I	U	W			C			L	Z			
	Odległość od podstawy pnia w metrach — Meters from base													
	2	1,3	1,3	1	2	6	2	6	14	20	12	4	13	21
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Liczba cewek na powierzchni poprzecznego przekroju równej 1 mm ² — No. of tracheids on 1 mm ²														
7	1149	936	1073	1094	1208	1098	1818	1689	1510	1311	1261	1054	1092	1890
15	857	708	852	849	818	777	1106	1316	1068	1245	810	935	977	1147
30	596	625	797	779	882	712	740	820	837	1106	882	799	942	975
50	542	687	822	904	809	718	723	814	840	1059		876	866	979
70	604	577	1175	697	702	663	719	703	745			767	894	
80	508	552		751	687	679	752	—	818			978		
90	448	588		810	850		—	855						
100	469						714							
dalsze above	468						733							
Długość cewki w mm — Length of tracheid in mm														
7	2,06						1,51	1,97	1,96	1,77	—	2,72	2,95	2,10
15	2,63						2,09	—	—	—	—	—	—	—
30	3,32						2,84	3,01	2,43	3,03	3,97	3,41	4,63	4,08
50	2,85						3,53	3,86	3,50	3,02		4,99	4,80	4,22
70	4,06			nie badano			3,78	3,83	3,79			4,61	5,43	
80	4,16			not studied			3,71	—	3,98			3,72		
90	4,06						—	3,35						
100	3,76						3,35	—						
dalsze above	3,81						3,99	3,44						
Liczba jamek lejkowatych w cewce — No. of bordered pits per tracheid														
7	88						70	94	102	77	—	68	88	76
15	104						95	—	—	—	—	—	—	—
30	138						133	127	127	159	—	106	116	120
50	121						153	147	157	147	—	125	127	172
70	147			nie badano			156	160	173			141	211	
80	168			not studied			170	—	169			164		
90	162						—	122						
100	125						145	—						
dalsze above	170						171	123						
Liczba jamek lejkowatych na 100 mikr. długości cewki — No. of bordered pits per 100 micr. of tracheid length														
7	4,3						4,6	4,8	5,2	4,3	—	2,5	3,0	3,6
15	3,9						4,5	—	—	—	—	—	—	—
30	4,2						4,7	4,2	5,2	5,2	—	3,1	2,5	2,9
50	4,2						4,3	3,8	4,5	4,9	—	2,5	2,7	4,1
70	3,6			nie badano			4,1	4,2	4,6			3,1	3,9	
80	3,7			not studied			4,6	—	4,2			4,4		
90	4,0						—	3,6						
100	3,3						4,3	—						
dalsze above	4,4						4,3	3,6						
Średnica jamki lejkowatej w cewce w mikr. — Bordered pit diameter in tracheid in micr.														
7	17	19	17		18	18	18	19	19	19	20	17	18	17
15	19	20	19		20	20	18	—	—	—	21	—	—	—
30	21	20	20		20	22	20	20	20	20	22	21	20	19
50	21	22	20		21	21	18	20	21	19	—	22	20	19
70	22	21	20		21	21	21	21	21	—	—	20	19	
80	22	22			22	22	20	—	19			21		
90	21	21					—	20						
100	21						20	—						
dalsze above	22						21	20						

Tabela 5

Zestawienie średnich wartości cech cewek drewna późnego w 7 pniach świerka na różnych wysokościach i w różnych pierścieniach rocznych
 Mean values of late wood tracheid characters in 7 spruce stems at various levels in the trunk and on various growth rings

Nr pierśc. No. of ring	Symbol pnia — Tree signature													
	B	I	U	W			C			L	Z			
	Odległość od podstawy pnia w metrach — Meters from base													
	2	1,3	1,3	1	2	6	2	6	14	20	12	4	13	21
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Promienisty wymiar cewki w mikr. — Radial diameter of tracheid in micr.														
7	17	17	17	16	16	16	15	15	14	13	18	11	13	14
15	17	18	21	18	18	17	14	14	13	13	19	18	18	14
30	18	17	19	18	17	18	11	19	15	16	19	18	17	18
50	19	15	20	17	18	19	14	17	16	16		21	19	10
70	22	21	14	19	16	16	14	14	14			22	13	
80	20	21		18	16	20	13		13			14		
90	23	20		18	18			16						
100	21						14							
dalsze above	22						13	20						
Styczny wymiar cewki w mikr. — Tangential diameter of tracheid in micr.														
7	23	29	23	25	25	27	21	22	20	21	24	25	30	21
15	27	31	27	27	29	29	24	24	29	24	27	30	32	26
30	30	34	28	27	29	28	28	28	28	29	30	30	32	28
50	31	33	29	25	30	27	28	30	29	28		32	34	30
70	33	38	29	28	30	32	29	32	33			35	31	
80	34	36		25	30	31	28		30			36		
90	36	37		29	30			29						
100	39						27							
dalsze above	35						32	28						
Powierzchnia poprzecznego przekroju cewki w mikr. ² — Cross sectional area of tracheid in micr. ²														
7	338	480	401	404	397	438	307	323	282	278	421	286	394	294
15	460	554	569	471	520	475	340	336	371	322	506	543	573	380
30	535	588	529	478	487	503	398	521	422	448	562	540	554	500
50	583	493	560	433	524	514	388	514	460	443		672	660	301
70	714	793	401	524	479	507	417	467	463			770	399	
80	691	784		449	498	622	353		397			518		
90	823	723		512	550			479						
100	809						375							
dalsze above	747						405	549						
Liczba cewek na powierzchni poprzecznego przekroju równej 1 mm ² — No. of tracheids on 1 mm ² of cross section														
7	2577	2083	2491	2476	2520	2283	3253	3096	3546	3597	2377	3496	2538	3401
15	2201	1804	1758	2122	1924	2105	2945	2976	2695	3115	1976	1842	1745	2632
30	1868	1701	1892	2092	2053	1986	2514	1919	2370	2232	1778	1852	1805	2084
50	1714	2029	1786	2307	1907	1945	2581	1945	2174	2257		1488	1515	1322
70	1400	1261	2491	1908	2086	1970	2396	2141	2160			1299	2506	
80	1447	1275		2230	2009	1607	2835		2519			1930		
90	1215	1382		1954	1819			2088						
100	1236						2666							
dalsze above	1364						2460	1821						

Nr pierśc. No. of ring	Symbol pnia — Tree signature													
	B	I	U	W			C			L	Z			
	Odległość od podstawy pnia w metrach — Meters from base													
	2	1,3	1,3	1	2	6	2	6	14	20	12	4	13	21
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Długość cewki w mm — Length of tracheid in mm														
7	1,96						—	2,18	2,18	2,27		3,22	3,01	2,73
15	3,07						2,41	—	—	—		—	—	—
30	3,40						3,33	3,53	3,09	3,36		3,97	4,91	3,29
50	3,57			nie badano			3,96	3,83	3,74	3,39		5,23	5,29	4,59
70	4,12			not studied			4,03	3,87	3,94			5,21	4,96	
80	3,85						3,98	—	3,95			4,40		
90	4,61						—	3,56						
100	4,70						—	—						
dalsze above	4,12						4,34	3,54						

Tabela 6

Zestawienie średnich wartości cech promieni drzewnych w 7 pniach świerka na różnych wysokościach i w różnych pierścieniach rocznych
Mean values of ray characters in 7 spruce stems at various levels in the trunk and on various growth rings

Nr pierśc. No. of ring	Symbol pnia — Tree signature													
	B	I	U	W			C			L	Z			
	Odległość od podstawy pnia w metrach — Meters from base													
	2	1,3	1,3	1	2	6	2	6	14	20	12	4	13	21
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Wysokość promienia drzewnego w mikr. — Ray height in micr.														
7	139	247	146		153	157	162	167	174	190	155	136	155	160
15	141	224	128		136	145	167	—	—	—	163	—	—	—
30	140	254	125		131	130	154	157	171	201	171	132	158	169
50	153	198	141		124	126	154	161	162	151		133	139	168
70	166	203	153		133	122	151	153	142			152	161	
80	162	194			132	124	142	—	163			154		
90	173	215			150		—	153						
100	165						149	—						
dalsze above	195						149	162						

Liczba komórek w promieniu — No. of cells per ray

7	7,4	13,5	7,6		7,6	8,7	9,1	9,0	9,3	10,3	9,0	8,1	8,3	7,5
15	8,0	12,1	7,5		8,2	8,4	9,6	—	—	—	9,1	—	—	—
30	8,0	13,7	7,1		7,1	7,0	8,6	9,0	9,7	10,7	9,1	7,7	8,8	9,4
50	8,8	10,6	8,4		6,9	7,4	9,1	9,4	9,0	8,4		7,2	7,5	7,8
70	9,2	11,1	8,3		7,2	6,8	8,8	8,6	7,7			7,6	7,3	
80	9,5	10,3			7,7	6,7	8,4	—	8,9			7,2		
90	9,7	11,4			7,7	—	8,5	8,5						
100	9,1						8,6	—						
dalsze above	10,7						8,4	9,4						

d. c. tab. 6

Nr pierśc. No. of ring	Symbol pnia — Tree signature													
	B		I		U		W		C			L		Z
	Odległość od podstawy pnia w metrach — Meters from base													
	2	1,3	1,3	1	2	6	2	6	14	20	12	4	18	21
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Wysokość jednej komórki w mikr. — Height of one cell in micr.														
7	18,7	18,3	19,2		20,2	18,0	17,8	18,5	18,7	18,4	17,2	16,8	18,8	21,3
15	17,6	18,5	17,1		16,6	17,3	17,4	—	—	—	17,8	—	—	—
30	17,6	18,5	17,5		18,4	18,6	17,9	17,4	17,6	18,8	18,7	17,1	18,0	18,1
50	17,4	18,7	16,8		17,9	17,1	16,9	17,2	18,0	17,9		18,5	18,5	21,4
70	18,0	18,3	18,5		18,5	18,0	17,1	17,8	18,5			20,1	21,9	
80	17,0	18,9			17,1	18,5	16,9	—	18,3			21,3		
90	17,9	18,9			19,4		—	18,0						
100	18,0						17,3	—						
dalsze above	18,1						17,8	17,2						
Szerokość jednej komórki w mikr. — Width of one cell in micr.														
7	12,7	10,7	11,9		9,7	9,9	11,9	10,5	9,8	10,4	10,2	10,7	12,4	13,4
15	12,7	10,7	10,6		9,4	10,4	9,3	—	—	—	10,9	—	—	—
30	12,9	10,8	9,6		9,7	9,9	9,7	10,4	10,7	11,2	10,0	11,8	11,6	10,1
50	12,7	11,1	9,9		10,7	9,5	9,6	10,0	10,1	9,8		11,2	11,1	11,9
70	12,5	10,7	10,2		10,3	9,9	9,8	9,9	9,8			11,3	12,8	
80	11,7	10,9			9,8	8,8	9,1	—	9,9			12,6		
90	11,8	10,1						—	9,9					
100	11,7						9,3	—						
dalsze above	12,3						9,5	9,8						
Liczba promieni na stycznej powierzchni równej 1 mm ² — No. of rays on 1 mm ² tangential section														
7	48						38	39	40	35			39	
15	38						39	—	—	—			—	
30	36						33	35	31	35			—	
50	35						30	28	30	33			31	
70	—						29	30	35					
80	—			nie badano not studied			30	—	31					
90	34						—	31						
100	31						31	—						
dalsze above	30						32	30						
Liczba komórek na powierzchni stycznej równej 1 mm ² — No. of cells on 1 mm ² of tangential section														
7	352						358	354	377	356			313	
15	304						379	—	—	—			—	
30	288						283	313	306	372			—	
50	306						270	259	273	281			225	
70	—			nie badano not studied			256	256	266					
80	—						253	—	276					
90	330						—	265						
100	282						271	—						
dalsze above	321						266	285						
Stosunek liczb komórek na obu jednorzędowych końcach wrzecionowatego promienia drzewnego Ratio of cell numbers between the uniseriate portions of a fusiform ray														
7	2,3	1,7	1,7		1,7	1,7							1,5	
15	—	1,7	1,6		1,6	1,6							1,5	
30	2,0	1,7	1,7		1,6	1,4							1,5	
50	1,9	1,8	1,5		1,4	1,3								
70	1,8	1,9			1,5	1,3								
80	—	2,3			1,5	1,5								
90	—	1,6												
100	1,8													
dalsze above	1,8													

Tabela 7

Zestawienie średnich wartości pozostałych cech drewna w 7 pniach świerka na różnych wysokościach i w różnych pierścieniach rocznych
 Mean values of others characters in 7 spruce stems at various levels in the trunk and on various growth rings

Nr pierśc. No. of ring	Symbol pnia — Tree signature													
	B	I	U	W			C			L	Z			
	Odległość od podstawy pnia w metrach — Meters from base													
	2	1,3	1,3	1	2	6	2	6	14	20	12	4	13	21
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

Szerokość pierścienia rocznego w mm — Ring width in mm

7	5,3	3,9	5,1	4,6	4,2	4,2	3,5	3,0	2,2	2,2	2,9	5,3	2,4	1,4
15	4,3	3,2	3,7	3,7	3,7	3,4	5,4	2,9	2,1	1,5	2,5	1,9	1,4	1,6
30	4,1	3,2	1,2	2,9	2,3	2,2	2,2	1,7	2,6	1,4	1,2	1,5	1,1	1,2
50	4,1	0,9	0,9	1,4	2,0	2,1	1,0	1,4	2,1	1,0		0,9	1,4	0,3
70	2,7	1,4	0,1	1,2	1,6	0,7	1,1	1,1	1,3			0,7	0,2	
80	2,5	1,1		1,7	1,1	0,9	1,0	1,1	0,9			0,2		
90	2,7	1,0		0,9			0,9	0,8						
100	1,5						1,6	1,5						
dalsze above	2,4						1,3	1,3						

Udział drewna późnego w pierścieniu rocznym w procentach — Percentage of late wood in growth ring

7	13	9	10	10	10	10	9	16	19	16	22	2	7	18
15	12	20	14	12	16	12	8	14	18	21	9	8	22	14
30	9	13	30	14	27	23	6	12	9	14	10	14	10	8
50	12	10	36	15	31	35	23	24	15	17		32	30	13
70	19	18	29	24	19	28	9	22	19			20	20	
80	19	17		32	37	28	10	14	17			10		
90	24	16		23			14	15						
100	24						13	25						
dalsze above	25						16	27						

Liczba jamek w polu skrzyżowania na terytorium drewna wczesnego — No. of pits per cross field in early wood

7	4,7						3,4	3,7	3,2	3,4		3,1	3,5	4,2
15	4,3						4,1	—	—	—		—	—	—
30	5,4						4,2	3,9	3,2	4,2		3,5	3,6	4,2
50	4,3						4,3	3,8	3,6	3,3		3,4	4,0	4,6
70	4,6						4,2	4,0	3,6			3,8	3,8	
80	5,0						4,2	—	4,5			4,6		
90	5,3						4,0	4,0						
100	4,7						4,5	3,9						
dalsze above	4,5													

Średnica pionowego przewodu żywicznego w mikr. — Diameter of vertical resin canal in micr.

7	45 × 65	54 × 71	46 × 61				45 × 58
15	54 × 68	43 × 59	45 × 57				55 × 73
30	56 × 69	47 × 67	43 × 57				59 × 71
50	60 × 79	60 × 74	50 × 65				
70	64 × 79	53 × 61	43 × 57				
80	71 × 91		49 × 64				

d. c. tab. 7

Nr pierśc. No. of ring	Symbol pnia — Tree signature													
	B	I	U	W			C			L	Z			
	Odległość od podstawy pnia w metrach — Meters from base													
	2	1,3	1,3	1	2	6	2	6	14	20	12	4	13	21
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

Liczba komórek wyścielających pionowy przewód żywiczny — No. of epithelial cells in vertical resin canal

7		9,5	10,8		10,1		7,3				9,2			
15		10,0	9,6		10,9		8,7				10,0			
30		10,8	10,1		11,2		9,3				10,5			
50		12,2	10,9		11,0		9,9							
70		10,8	10,7		11,7		10,5							
80		12,8			11,5		10,8							
90							11,3							
100							10,8							
dalsze above							11,0							

Tabela 8

Zestawienie wyników analiz wariacyjnych przeprowadzonych dla długości cewek w trzech pniach świerka

Results of a variance analysis conducted for tracheid lengths in three spruce stems

Drewno wczesne do 30 pierścienia
Early wood to 30th ring

C	Z
—	— B
	— C

Drewno wczesne od 30 pierścienia
Early wood from 30th ring

C	Z
—	+ B
	— C

Drewno późne do 30 pierścienia
Late wood to 30th ring

C	Z
—	— B
	— C

Drewno późne od 30 pierścienia
Late wood from 30th ring

C	Z
—	+ B
	+ C

Objaśnienia;

- + różnica istotna przy poziomie ufności 0,01
- ± różnica istotna przy 0,05
- różnica nieistotna

Explanations:

- + significant difference at 0,01 level of significance
- ± significant difference at 0,05 level of significance
- no significant differences

Porównanie 7 pni świerka pod względem 9 cech drewna w oparciu o dane analizy wariacyjnej

A comparison of 7 spruce stems with respect to 9 wood characters, on the basis of an analysis of variance

Promienisty wymiar cewki DW Radial diameter of early wood tracheid						Styczny wymiar cewki DW Tangential diameter of early wood tracheid						Powierzchnia poprzecznego przekroju cewki DW Cross-sectional area of early wood tracheid					
W	Z	U	I	L	C	W	Z	U	I	L	C	W	Z	U	I	L	C
+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	±	+	+
	+	-	-	-	-		+	-	+	-	-		+	-	±	-	-
		+	+	-	+			+	+	+	+			-	+	-	-
			-	-	-				+	-	-				+	-	-
				±	-					+	+					+	+
					-						-						-

Stosunek promienistego wymiaru cewki DW do jej wymiaru stycznego Ratio of radial to tangential diameter in early wood tracheids						Średnica jamki lejkowatej w cewce DW Diameter of bordered pit in an early wood tracheid						Wysokość jednej komórki promienia drzewnego Height of one ray cell					
W	Z	U	I	L	C	W	Z	U	I	L	C	W	Z	U	I	L	C
-	+	-	+	-	±	+	+	+	+	-	+	-	+	-	-	-	-
	+	-	+	-	-		-	-	-	-	-		-	-	-	-	-
		-	-	-	+			-	-	-	-			-	-	-	+
			+	-	-				-	±	-				-	-	-
				-	+					-	-					-	+
					-						±						-

Szerokość jednej komórki promienia drzewnego Width of one ray cell						Wysokość promienia drzewnego Height of a ray						Liczba komórek w jednorzędowym promieniu drzewnym No. of cells in an uniseriate ray					
W	Z	U	I	L	C	W	Z	U	I	L	C	W	Z	U	I	L	C
+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	-	-
	+	+	+	-	-		-	-	+	+	+		-	-	+	+	-
		±	-	±	-			-	+	-	-			-	+	-	-
			+	-	-				+	+	+				+	+	-
				-	±					+	+					+	+
					-						-						-

Objaśnienia jak w tabeli 8.

Explanations given on table 8.

autorki wymiary promieni drzewnych i liczba komórek wyścielających przewód żywiczny to cechy, które w ontogenezie ustalają się stosunkowo późno, podczas gdy w zbadanych przeze mnie pniach świerka (z jednym wyjątkiem) cechy te ustaliły się bardzo wcześnie.

Wyniki uzyskane w niniejszej pracy, a dotyczące cech stosunkowo często badanych są na ogół zgodne zarówno z danymi uzyskanymi przez różnych autorów dla niektórych przedstawicieli klasy *Coniferae*, jak i moimi dla modrzewia polskiego: szerokość pierścieni rocznych maleje od podstawy pnia ku wierzchołkowi i od rdzenia na zewnątrz; wymiary cewek rosną wzdłuż promienia w przeciągu różnej u różnych drzew i gatunków liczby lat. Podobnie i wzdłuż osi pnia wymiary cewki rosną od podstawy pnia ku wierzchołkowi, do pewnej różnej u różnych drzew i gatunków wysokości, a następnie maleją.

Charakter zmiany innych cech drewna świerka jest w zasadzie taki sam jak u modrzewia. W tabeli 10 zostały zestawione wyniki szczegółowych obserwacji i pomiarów przebadanych cech drewna u obu gatunków. Z wyjątkiem miękiszu terminalnego, którego w badanych próbkach drewna świerka pospolitego nie było, a który według niektórych autorów (np. Greguss, 1955) u pewnych gatunków świerka sporadycznie występuje, pod względem innych cech modrzew od świerka w zasadzie się nie różni. Różnią się jedynie zakresy zmienności pewnych cech w obrębie zbadanej grupy drzew tych dwóch rodzajów. Miękisz terminalny mógłby być cechą odróżniającą, gdyby jego występowanie u modrzewia było bardziej powszechne. Występuje on jednak wyłącznie w drewnie młodocianym i to w bardzo niewielkich ilościach. Na nieprzydatność tej cechy przy odróżnianiu modrzewia od świerka wskazuje między innymi Rössler (1941).

Wśród przebadanych cech anatomicznych drewna świerka znaleziono szereg korelacji:

I. Pomiędzy szerokością pierścienia i cechami następującymi:

1. promienistym wymiarem cewki,
2. wartością g/s , tj. stosunkiem obu poprzecznych wymiarów cewki,
3. długością cewki,
4. wartością d/g , tj. stosunkiem długości cewki do jej wymiaru promienistego,
5. charakterem przejścia od DW do DP w obrębie jednego pierścienia rocznego.

II. Pomiędzy promienistym wymiarem cewki i:

1. procentem podwójnych jamek w cewce DW,
2. średnicą jamki lejkowatej.

III. Pomiędzy długością cewki DW i liczbą jamek lejkowatych.

Ujemna korelacja zachodzi tylko pomiędzy szerokością pierścienia a długością cewki i wartością d/g . Pozostałe korelacje są pozytywne. Ujemną korelację pomiędzy długością cewki a szerokością pierścienia rocznego znaleźli w drewnie szpilkowych Bannan, 1954, 1960, 1963, 1965a i 1965b; Chalk, 1930; Dinwoodie, 1963; Gerry cyt. za Bissetem 1949; Schultze-Dewitz, 1965 i inni.

Tabela 10

Porównanie cech anatomicznych drewna świerka z drewnem modrzewia. Wartości liczbowe wyznaczają zakresy zmienności średnich dla wszystkich zbadanych pni (pierścienie od 7 wzwyż)

A comparison of the anatomical wood characters of spruce and larch. The presented values indicate the scatter of means for all the studied stems (only for rings above the 7th)

Lp. No.	Badana cecha Character studied	Świerk Spruce	Modrzew Larch
1	Szerokość pierścienia rocznego w mm Annual ring width in mm	0,08 - 7,3	0,12 - 11,0
2	Udział drewna późnego w pierścieniu w % Percentage of late wood in a growth ring	17(2 - 60)	45(5 - 80)
3	Charakter przejścia od DW do DP wyrażony w procencie pierścieni o łagodnym przejściu Percentage of growth rings with smooth transition from early to late wood	75(44 - 94)	50(21 - 100)
4	Procent jamek podwójnych w cewce DW Percentage of biseriate pits in early wood	15(3 - 50)	45(25 - 62)
5	Spiralne listwy w cewce Spiral thickening on a tracheid	obecne present	obecne present
6	Pasemka Sanio Bars of Sanio	obecne present	obecne present
7	Miękisz terminalny Terminal parenchyma	nieobecny absent	obecny present
8	Ząbkowania w ścianach cewki poprzecznej Dentation in walls of tracheids	obecne present	obecne present
9	Typ jamek w polu skrzyżowania Type of pits on a cross-field	jednakowy u obu rodzajów: piceoid., taksodioid., kupress. The same in both species: piceoid., taxodioid., cupressoid.	
10	Promienisty wymiar cewki w mikr. Radial dimension of tracheid in micr. drewno wczesne early wood drewno późne late wood	26 - 58 11 - 25	30 - 70 15 - 25
11	Styczny wymiar cewki w mikr. Tangential dimension of tracheid in micr. drewno wczesne early wood drewno późne late wood	20 - 40 19 - 39	20 - 42 17 - 38
12	Stosunek promienistego wymiaru cewki DW do jej wymiaru stycznego Ratio of radial to tangential diameter in early wood tracheid	0,9 - 1,7	1,4 - 2,0
13	Powierzchnia poprzecznego przekroju cewki w mikr. ² Cross sectional area of a tracheid in micr. ²		

Lp. No.	Badana cecha Character studied	Świerk Spruce	Modrzew Larch
	drewno wczesne early wood	500 - 2200	630 - 2700
	drewno późne late wood	270 - 900	260 - 900
14	Liczba cewek na przekroju poprzecznym równym 1 mm ² No. of tracheids per 1 mm ² of cross section		
	drewno wczesne early wood	400 - 1900	350 - 1600
	drewno późne late wood	1100 - 3700	1000 - 3800
15	Długość cewki w mm Tracheid length in mm		
	drewno wczesne early wood	1,7 - 5,4	1,4 - 4,4
	drewno późne late wood	2,0 - 5,3	1,7 - 5,3
16	Liczba jamek lejkowatych w cewce drewna wczesnego No. of bordered pits per early wood tracheid	70 - 210	40 - 260
17	Liczba jamek lejkowatych na 100 mikr. długości cewki drewna wczesnego No. of bordered pits per 100 micr. of early wood tracheid	2,5 - 5,2	2,9 - 5,9
18	Średnica jamki lejkowatej w cewce DW w mikr. Diameter of bordered pit in early wood tracheid in micr.	16 - 22	18 - 26
19	Wysokość promienia drzewnego w mikr. Height of ray in micr.	130 - 220	130 - 220
20	Liczba komórek w jednorzędowym promieniu No. of cells in an uniseriate ray	6 - 12	6 - 10
21	Wysokość jednej komórki promienia w mikr. Height of one ray cell in micr.	17 - 22	19 - 25
22	Szerokość jednej komórki promienia w mikr. Width of one ray cell in micr.	9 - 14	11 - 14
23	Liczba promieni na powierzchni stycznej 1 mm ² No. of rays on 1 mm ² tangential section	27 - 48	26 - 55
24	Liczba komórek promieni na powierzchni stycznej 1 mm ² No. of ray cells on 1 mm ² of tangential section	220 - 380	220 - 400

25	Liczba jamek w polu skrzyżowania No. of pits per cross-field	1 - 6	1 - 6
26	Średnica pionowego przewodu żywicznego w mikr. Diameter of vertical resin canal in micr.	40 × 53 - 71 × 91	25 × 59 - 71 × 90
27	Liczba komórek wyściełających pionowy przewód żywiczny No. of epithelial cells in vertical resin canal	8 - 12	7 - 11
28	Stosunek liczb komórek na obu jednorzędowych końcach wrzecionowatego promienia Ratio of cell numbers between the uniseriate partions of a fusiform ray	1,4 - 2,3	1,5 - 2,2

O pozostałych korelacjach znalezionych przeze mnie u świerka nie znalazłam danych w literaturze.

Zagadnieniu zmian jakim ulega przeciętna długość cewki w ciągu jednego sezonu wegetacyjnego u szeregu przedstawicieli klasy *Coniferae* poświęcono wiele uwagi, przy czym uzyskane wyniki świadczą o tym, że zmiana ta nie ma jednolitego charakteru. Jak stwierdzili Bannan (1965a), Bisset i Dadswell (1950), Chalk (1930) Chalk i Ortiz (1961), Dinwoodie (1963), najdłuższe cewki są wytwarzane pod koniec sezonu wegetacyjnego. Natomiast u trzech gatunków sosny wg Jackson i Morse'a (1965) najdłuższe cewki są wytwarzane przy przejściu od DW do DP, po czym długość cewki spada. Podobny charakter zmiany tej cechy w obrębie jednego pierścienia rocznego stwierdzili Liese i Dadswell (1959) w młodocianym drewnie *Pinus radiata*. Dinwoodie w tej strefie pierścienia u świerka znalazł cewki najkrótsze. U modrzewia najdłuższymi w pierścieniu były przeważnie cewki ostatniej warstwy DP, a najkrótszymi pierwszej warstwy DW, choć niekiedy spadek przeciętnej długości cewki następował jeszcze przed osiągnięciem granicy pierścienia. W tym przypadku najdłuższymi w pierścieniu były cewki najwcześniej wytworzonego DP. U świerka, w końcowej w danym sezonie fazie funkcjonowania miazgi, powstawały cewki krótkie niejednokrotnie nawet krótsze od cewek wytworzonych na początku sezonu. Byłoby to rezultatem osłabienia tempa podziałów i tempa wzrostu inicjałów miazgi pod koniec okresu jej funkcjonowania (Bannan, 1950; Hejnowicz, 1961).

Dziękuję gorąco Panu Profesorowi Henrykowi Teleżyńskiemu za udzielone mi rady i cenne uwagi krytyczne.

LITERATURA

1. Bannan M. W. — 1950. The frequency of anticlinal divisions in fusiform cambial cells of *Chamaecyparis*, Amer. Journ. Botany 37: 511 - 519.
2. Bannan M. W. — 1954. Ring width, tracheid size, and ray volume in stem wood of *Thuja occidentalis* L., Canad. Journ. Botany 32: 466 - 479.

3. Bannan M. W. — 1960. Cambial behaviour with reference to cell length and ring width in *Thuja occid.* L., *Canad. Journ. Botany* 38: 177 - 183.
4. Bannan M. W. — 1963. Cambial behaviour with reference to cell length and ring width in *Picea*, *Canad. Journ. Botany* 41: 811 - 822.
5. Bannan M. W. — 1965 a. The length, tangential diameter, and length width ratio of conifer tracheids, *Canad. Journ. Botany* 43: 967 - 984.
6. Bannan M. W. — 1965 b. The rate of elongation of fusiform initials in the cambium of *Pinaceae*, *Canad. Journ. Botany* 43: 429 - 435.
7. Bisset I. J. W. — 1949. I. Bibliography of references on the variations of tracheid and fibre lengths and their distributions in angiosperms and gymnosperms. II. Summarized data on the variation of fibre and tracheid lengths and their distr. in angiosperms and gymnosperms, *Bibliogr. Ser. Div. prod. Austr.* 37.
8. Bisset I. J. W., Dadswell H. E. — 1950. The variation in cell length within one growth ring of certain angiosperms and gymnosperms, *Australian Forestry* 14: 15 - 29.
9. Brister G. H. — 1959/60. Tracheid length in *Pinus patula* and *Pinus radiata*, *Extr. from Rep. Imp. For. Inst. Oxf.*
10. Chalk L. — 1930. Tracheid length with special reference to sitka spruce (*Picea sitchensis* Carr.), *Forestry* 4: 7 - 14.
11. Chalk L., Ortiz M. — 1961. Variation in tracheid length within the ring in *Pinus radiata* D. Don. *Forestry* 34: 1 - 55.
12. Dinwoodie J. M. — 1963. Variation in tracheid length in *Picea sitchensis* Carr., *Dept. Sci. Ind. Res. Forest Products Res. Spec. Rep.* 16.
13. Greguss P. — 1955. Xylotomische Bestimmung der heute lebenden Gymnospermen, *Budapest.*
14. Hejnowicz A. — 1964. Badania anatomiczne drewna modrzewia polskiego (*Larix polonica* Racib.). *Arboretum Kórnickie* 9: 97 - 174.
15. Hejnowicz Z. — 1961. Anticlinical divisions, intrusive growth and loss of fusiform initials in nonstoried cambium, *Acta Soc. Bot. Pol.* 30: 729 - 750.
16. Jackson L. W. R., Morse W. E. — 1965. Tracheid length variation in single rings of loblolly, slash and shortleaf pine, *Journ. Forestry* 63: 110 - 112.
17. Jones G. B. — 1958. Variations in cell size and cell wall thickness in norway spruce, *Picea abies* Karst. *Journ. Univ. For. Soc.* 4.
18. Liese W., Dadswell H. E. — 1959. Über den Einfluss der Himmelsrichtung auf die Länge von Holzfasern und Tracheiden, *Holz als Roh- u. Werkstoff* 17 (11): 421 - 427.
19. Reck S. — 1965. Die Variation und Kovariation einiger anatomischer Holzmerkmale und ihre Beziehung zur Raumdichte bei Fichtenholz, *Mitt. Bundesforsch. f. Forst- u. Holzwirtsch. Forstgenetik* 60: 1 - 120.
20. Richardson S. D. — 1964. The external environment and tracheid size in Conifers, in *The formation of wood in forest trees*, M. H. Zimmermann *Acad. Press New York*: 367 - 388.
21. Rössler W. — 1941. Diluviale Hölzer aus dem Gailtal (Kärnten) nebst Bemerkungen zur Bestimmung der Hölzer von *Picea* und *Larix*, *Zentralblatt f. Min.* 11: 329 - 346.
22. Saiki H. — 1965. Studies on the annual ring structure of coniferous wood. V. Variation from the pith toward the outside. *Journ. Jap. Wood. Res. Soc.* 11 (5), *Forestry Abstr.* 1966 (6673).
23. Sanio K. — 1872. Über die Grösse der Holzzellen bei der gemeinen Kiefer (*Pinus silvestris*), *Jahrb. Wiss. Botan.* 8: 401 - 420.
24. Sašina G. S. — 1964. Osobiennosti formirovaniya drevesiny jeli šrenka v sviazi z uslovijami proizrastaniya, *Autoreferat, Erunze.*
25. Schultze-Dewitz. G. — 1965. Variation und Häufigkeit der Faserlänge der Kiefer, *Holz a. Roh- u. Werkstoff* 23: 81 - 86.

26. Snedecor G. W. — 1961. Statistical methods, The Iowa State University Press Ames, Iowa.
27. Strickland R. K., Goddard R. E. — 1966. Correlation studies of Slash pine tracheid length, Forest Science 12: 54 - 62.

ALINA HEJNOWICZ

Studies on the variability of anatomic characters of wood of Picea abies (L.) Karst.

Summary

The paper contains an analysis of the variability within and between individuals of 28 anatomical characters of wood in spruce stems from various parts of Poland.

The studies were conducted on 7 trees aged from about 32 years to 180 years and coming from 4 different sites.

The following axes in the variability patterns of individual characters within a tree have been studied: 1) along a ray, from the pith towards the outside, 2) along the tree axis, and some characters: 3) within an annual ring.

Depending on the nature of the changes for individual characters in the stem they have been divided into the following groups:

1. Characters, whose variability in the stem is directional: a) characters that grow in numeric values from the pith towards the outside at least for the first several years: proportion of late wood in the annual ring, transverse dimensions of a tracheid, length of tracheid and the number of pits in a tracheid of early wood; b) characters, in which the highest values are to be found near the pith: width of annual ring, number of tracheids per square millimeter of cross-sectional area, and number of ray cells per square millimeter of tangential-sectional area.

2. Characters which after a few years reach a constant value: ratio of radial diameter of tracheid to its tangential diameter in an early wood, density of pits in a tracheid, diameter of bordered pits in the tracheids of early wood, height of a ray, number of cells in a ray, height and width of one ray cell, number of pits in a cross field and the number of epithelial cells in the vertical resin canals.

3. Characters whose variability shows no trends: dimensions of vertical resin canals, the position of a horizontal resin canal in a ray.

The following correlations have been found:

I. Between width of an annual ring and: 1) the radial dimension of a tracheid, 2) ratio of two cross dimensions of a tracheid (g/s), 3) tracheid length, 4) ratio of tracheid length to its radial diameter (d/g), 5) character of transition zone from early to late wood in the same annual ring.

II. Between radial diameter of a tracheid of early wood and: 1) percentage of biseriate tracheid pits, 2) diameter of a bordered pit on a tracheid of early wood.

III. Between tracheid length and the number of pits.

In the I-3th and I-4th case the correlation is negative and in the other cases it is positive.

Three characters have only slight variability between individuals. They are: ratio of two cross diameters of tracheid in the early wood, diameter of a bordered pit on a tracheid in early wood and the height of one ray cell. Thus these are the characters which are least affected by site conditions.

All other characters more or less distinguish individual stems.

Among the studied stems three are outstanding:

From Białowieża (B), which has the widest annual rings, tracheids, whose transverse dimensions are greater than in the others, bordered pits of the greatest diameter and the widest ray cells.

From Istebna (I), which has the tallest rays, tracheids whose transverse dimensions are a little less than in stem B, but much greater than in other stems.

From Zwierzyniec (Z), which has the most narrow annual rings formed from the longest tracheids, but with the smallest transverse dimensions, and with the greatest portion of late wood in the annual ring.

АЛИНА ХЕЙНОВИЧ

Исследование изменчивости анатомических признаков древесины Picea abies (L.) Karst.

Резюме

В работе содержится анализ изменчивости 28 анатомических признаков древесины стволов ели на территории Польши, как в пределах одного ствола (в разных годовичных кольцах и на разной высоте одного ствола), так и в разных деревьях.

Исследования проводились на 7 деревьях (от 32 до 180 лет) из четырех местонахождений.

Рассмотрены следующие направления изменчивости отдельных признаков по стволу: 1) вдоль луча (от сердцевины к периферии ствола), 2) по оси дерева в пределах одного годовичного кольца (от основания к вершине), а для некоторых признаков: 3) в пределах одного годовичного кольца (от ранней древесины к поздней).

В зависимости от характера изменчивости отдельных признаков по стволу были выделены следующие группы:

1. Признаки, характеризующиеся постоянным направлением изменчивости по стволу: а) признаки, возрастающие вдоль радиуса внутри первых нескольких десятков лет (участие поздней древесины в годовичном кольце, поперечные размеры трахеиды, длина трахеиды и число пор на единицу площади трахеиды ранней древесины); б) признаки, уменьшающиеся вдоль радиуса (ширина годовичного кольца, число трахеид на поперечном сечении, число лучей на тангентальном сечении и число клеток луча на том же самом сечении).

2. Признаки, достигающие постоянных значений уже через несколько лет (отношение радиального диаметра трахеиды ранней древесины к тангентальному g/s , число пор на единицу площади трахеиды ранней древесины, диаметр окаймленной поры, высота и слойность древесного луча, размеры одной клетки древесного луча, число пор в поле перекреста и число клеток выстилающих вертикальный смоляной ход).

3. Признаки с ненаправленной изменчивостью (диаметр вертикального смоляного хода, отношение числа клеток по обоим однослойным концам веретеновидного древесного луча).

В древесном стволе ели установлены следующие корреляции:

I. Между шириной годовичного кольца и: 1) радиальным диаметром трахеиды, 2) отношением радиального к тангентальному диаметру трахеиды ранней древесины, 3) длиной трахеиды, 4) отношением длины трахеиды к её радиальному диаметру, 5) характером перехода от ранней древесины к поздней в годовичном кольце.

II. Между радиальным диаметром трахеиды ранней древесины и: 1) процентом окаймленных пор, расположенных в два ряда в трахеиде ранней древесины, 2) диаметром окаймленной поры.

III. Между длиной трахеиды ранней древесины и числом окаймленных пор.

Корреляции I — 3 и I — 4 — отрицательные, остальные — положительные.

Тангентальный диаметр трахеиды, отношение g/s , диаметр окаймлённой поры и высота одной клетки древесного луча — это признаки, имеющие одинаковые величины у всех исследованных стволов. Это такие признаки, на которые мало влияют условия местообитания.

Остальные признаки в большей или меньшей степени отличают отдельные стволы друг от друга.

Установлено, что наиболее отличающимися стволами являются:

Из Бяловежи (В) — который имеет самые широкие годовичные кольца, построенные из трахейд с самым большим диаметром, с наиболее широкими клетками древесного луча и самым большим диаметром окаймлённой поры.

Из Истебны (I) — имеющий самые большие древесные лучи, трахеиды, обладающие диаметром несколько меньшим, чем ствол В, но значительно большим, чем остальные стволы.

Из Звезжинца (Z) — имеющие наиболее узкие годовичные кольца, самые длинные трахеиды, но обладающие наименьшим диаметром и наибольшим процентом поздней древесины.