

Pionierska chronologia świerka *Picea abies* (L.) H. Karst. z Tatr Polskich autorstwa Profesora Karola Ermicha we współczesnym ujęciu metodycznym

Zdzisław Bednarz, Elżbieta Muter

*Katedra Botaniki Leśnej i Ochrony Przyrody, Wydział Leśny, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie,
Al. 29 Listopada 46, 31-425 Kraków*

Słowa kluczowe: Prof. Ermich, dendrochronologia, świerk, Tatry

Keywords: Professor Ermich, dendrochronology, Norway spruce, *Picea abies*, Tatra Mts.

Streszczenie

Pierwsza poprawna metodycznie chronologia szerokości słoju rocznych drzew w Tatrach i w Polsce została opracowana przez Profesora Karola Ermicha na podstawie 15 świerków z rejonu Smreczyńskiego Stawu w Dolinie Kościeliskiej. W roku 1951 pozyskał on krążki z drzew obalonych przez wiatr. Na podstawie pomiarów szerokości słoju wzdłuż 4 promieni na każdym krążku opracowana została chronologia obejmująca 94 lata (1855–1950). Celem pracy było zbadanie zależności przyrostu świerków od zmian aktywności Słońca, wyrażonych liczbami Wolfa. Zależność tę wyraża współczynnik procentowego podobieństwa %GL równy 64%. Określono także klimatyczne uwarunkowania przyrostu na grubość, w odniesieniu do temperatury powietrza oraz opadów atmosferycznych ze stacji meteorologicznej w Zakopanem dla okresu 1922–1950 [1]. Materiały sprzed 60 lat, które posłużyły do opracowania średniej chronologii słoju rocznych badanych świerków, w tym szczegółowe wyniki pomiarów szerokości przyrostów [2], wykorzystano w analizach dendrochronologicznych i dendroklimatycznych przeprowadzonych przy użyciu współczesnych metod badawczych. Uwzględniony w porównaniach dendroklimatycznych okres obejmuje średnie miesięczne temperatury powietrza i miesięczne sumy opadów w latach 1896–1950 (55 lat). Z przeprowadzonych analiz dendroklimatycznych wynika, że decydujący, negatywny wpływ na zmienność szerokości słoju rocznych świerków z rejonu Smreczyńskiego Stawu ma niska temperatura czerwca ($r=0,43$; $p \leq 0,05$), w mniejszym zaś stopniu temperatury innych miesięcy sezonu wegetacyjnego oraz opady (ryc. 6).

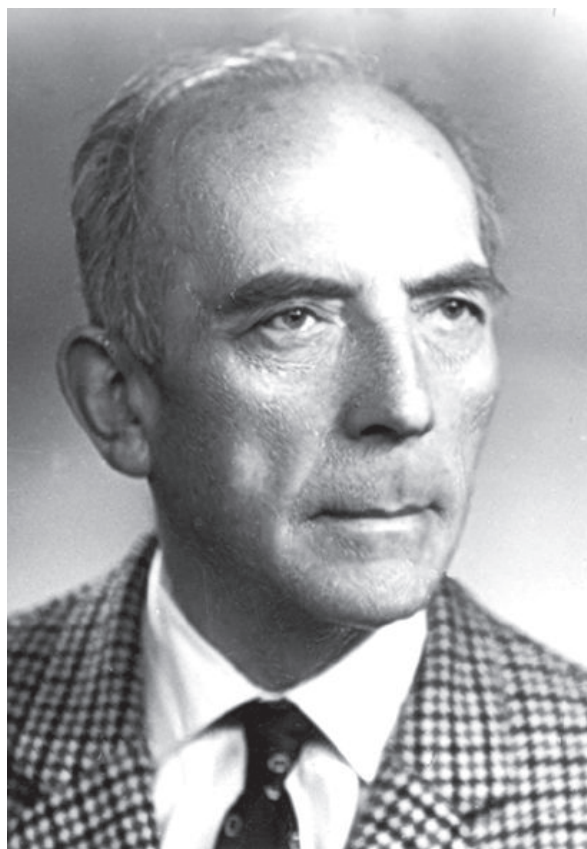
Początki badań dendrochronologicznych w Polsce sięgają wczesnych lat powojennych. W 1946 roku ukaza-

ła się praca profesora Włodzimierza Zinkiewicza z Wydziału Przyrodniczego U.M.C.S. pt. „*Badania nad wartością rocznego przyrostu drzew dla studiów wahań klimatycznych*” (Zinkiewicz, 1946). Obarczona była jednak pewnymi mankamentami metodycznymi, które zaważyły na wynikach badań. Krążki, na których mierzono szerokości słoju rocznych sosen, pobrane były w bezpośredniej bliskości nabiegów korzeniowych, które zakłócają u drzew normalny rytm przyrostu na grubość. Z tego względu próby do badań dendrochronologicznych i dendroklimatycznych pobierać należy na wysokości pierśnicy lub wyżej. Musimy jednak pamiętać, że były to pierwsze próby badań zależności przyrost-klimat u drzew w naszym kraju, w trudnych, powojennych warunkach.

Pierwsza poprawna metodycznie chronologia szerokości słoju rocznych drzew w Tatrach i w Polsce, uwzględniająca obowiązujące wówczas standardy dendrochronologiczne, została opracowana przez Profesora Karola Ermicha (fot. 1) z Wydziału Biologii i Nauk o Ziemi UJ. Zainspirowany osiągnięciami dendrochronologów amerykańskich z Uniwersytetu w Tucson, pozyskał on w roku 1951 krążki z 15 świerków obalonych przez wiatr z rejonu Smreczyńskiego Stawu w Dolinie Kościeliskiej, z zamiarem opracowania bezwzględnie datowanej chronologii słoju rocznych oraz ustalenia zależności przyrostu na grubość od zmian aktywności Słońca, wyrażonej liczbami Wolfa.

W ówczesnych warunkach pomiar grubości słoju narażał na wiele trudnych do pokonania problemów. Pomiar wykonywano z dokładnością do 0,1 mm, od rdzenia do końca kolejnego słoju, wzdłuż 4 promieni na każdym krążku. Szerokości słoju były wynikiem szeregu obliczeń, wykonywanych na uzyskanych pomiarach. O tym, jak żmudne i pracochłonne były te pomiary, świadczą zachowane do dziś rękopisy formularzy pomiarowych i obliczeniowych (ryc. 1, 2) oraz wykreślone na papierze milimetrowym krzywe dendrochronologiczne (ryc. 3, 4).

Profesor Ermich, świadomy możliwości popełnienia błędów wynikających z anomalii przyrostowych (słoje



Fot. 1. Prof. dr Karol Ermich (1904–1976)

podwójne, wypadłe, wykształcone jedynie na pewnej części obwodu pnia), przed opracowaniem średniej chronologii dla całej grupy, przeprowadził wnikliwą wizualną synchronizację krzywych poszczególnych osobników, porównując je między sobą (ryc. 3). W efekcie przeprowadzonych analiz, powstał pierwszy dendrochronologiczny standard (ryc. 4) dla świerka w Tatrach, obejmujący lata 1855–1950, opublikowany w 1953 w *Rocznikach Sekcji Dendrologicznej PTB* [Ermich i Mergentaler, 1953]. Opracowana przez Prof. Ermicha chronologia świerka (ryc. 3) obrazuje zjawisko spadku szerokości rocznych przyrostów z wiekiem drzewa. Jest to tzw. „błąd wieku”, który we współcześnie stosowanych metodach statystycznych jest eliminowany w procesach standaryzacji (ryc. 5).

Opracowana chronologia umożliwiła podjęcie próby ustalenia wpływu zmian aktywności Słońca, wyrażonej liczbami Wolfa, na kształtowanie się przyrostu grubości badanych drzew. Nieoceniona okazała się tu współpraca z profesorem astronomii Uniwersytetu Wrocławskiego J. Mergentalerem, specjalizującym się w zagadnieniach heliofizyki. W konsekwencji autorzy badań ustalili, że możliwy jest wpływ okresowej zmienności liczby plam słonecznych na przyrosty świerków, co wyraziło się zgodnością porównywanych krzywych w ciągu 59 lat, przy braku zgodności w ciągu 32 lat. Posługując się obecnie używanym współczynnikiem podobieństwa (test znaków), analogie między porównywanymi krzywymi osiągnęły wartość 64%. Z oczywistych względów, wynika-

jących z długości okresu porównań (chronologia obejmowała zaledwie 96 lat), nie zauważono długookresowych depresji przyrostu na grubość związanych ze znanymi w klimatologii wieloletnimi spadkami aktywności Słońca podczas Minimum Maundera (1645–1715) i Daltona (1800–1860).

Autorzy badań, świadomi faktu, że oddziaływanie zmian aktywności Słońca na procesy przyrostu na grubość u drzew odbywa się poprzez poszczególne elementy meteorologiczne, przeprowadzili analizy dendroklimatyczne, porównując średnią chronologię słoików rocznych świerków z temperaturami powietrza oraz opadami atmosferycznymi ze stacji meteorologicznej w Zakopanem dla okresu 1922–1950 [Ermich i Mergentaler, 1953]. Warto podkreślić, że podobnie jak w przypadku analiz dendrochronologicznych, były to pionierskie badania nad wpływem klimatu na zmienność szerokości słoików drzew w Tatrach. Zachowując daleko idącą ostrożność Profesorowie Ermich i Mergentaler stwierdzili, że największe znaczenie dla przyrostu na grubość u badanych świerków mają warunki klimatyczne panujące w okresie wegetacji (maj–sierpień). Autorzy akcentują w szczególności znaczenie warunków termicznych maja i czerwca, kiedy formuje się drewno wczesne, zajmujące u drzew szpilkowych większą część szerokości słoika. Jego udział, w przeciwieństwie do drewna późnego, w decydującym stopniu wpływa na zmienność grubości rocznych przyrostów. Te pierwsze spostrzeżenia i wnioski, dotyczące świerków rosnących na wysokości ok. 1250 m n.p.m., sprawiły, że w następnych badaniach dendroklimatologicznych Prof. Ermich skierował uwagę swoich następców na świerka i limbę ze strefy górnej granicy lasu [Feliksik, 1972; Bednarz, 1976].

Materiały sprzed 60 lat, które posłużyły do opracowania średniej chronologii słoików rocznych badanych świerków, w tym szczegółowe wyniki pomiarów (Ermich, 1951), postanowiono wykorzystać w analizach dendrochronologicznych i dendroklimatycznych przeprowadzonych przy użyciu współcześnie wykorzystywanych metod badawczych. Dane dotyczące szerokości słoików autorstwa Prof. Ermicha poddano standardowej procedurze dendrochronologicznej, która obejmowała kontrolę poprawności datowania słoików w programie COFECHA, obliczenie średniej chronologii rzeczywistej [mm], standaryzację krzywych indywidualnych i eliminację autokorelacji oraz opracowanie średniej chronologii rezidualnej w programie ARSTAN. W analizach zależności przyrostu na grubość od elementów meteorologicznych uwzględniono średnie temperatury powietrza i miesięczne sumy opadów ze stacji w Zakopanem, dla okresu 1897–1950 (54 lata). Zależności te rozpatrywano dla miesięcy od stycznia do września roku tworzenia się słoika oraz od maja do grudnia roku poprzedzającego formowanie się przyrostów. Obliczenia wykonano w programie RESPO. Wyniki przeprowadzonych analiz przedstawiono na rycinach 5, 6.

Z przeprowadzonych analiz dendroklimatycznych wynika, że decydujący wpływ na zmienność szerokości

nr. 1 *Świerka* *świerczyna* *Przewalski, Krasowicki, Wójciszka*

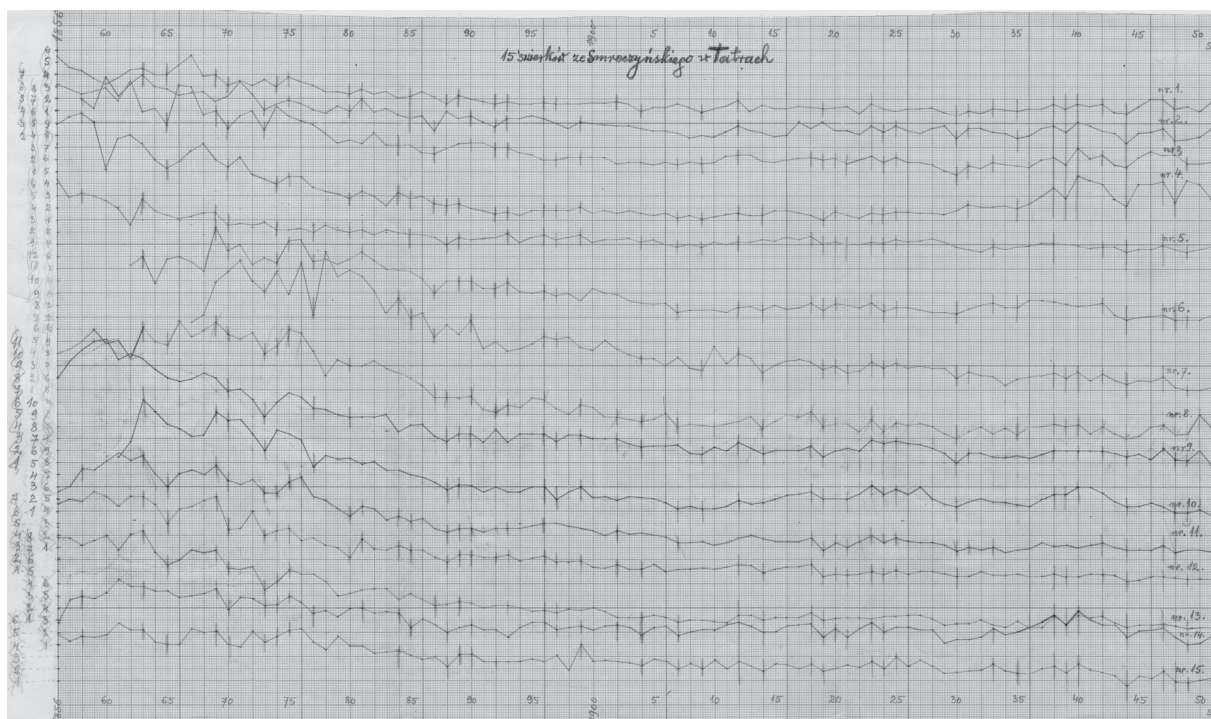
wiek: 133 lat, *przewidzenie: 33,5 cm, jęz. na wys. 3m = 28 cm*

Srednica

	<u>I</u>	<u>II</u>	<u>III</u>	<u>IV</u>	<i>Średnica</i>	<i>Średnica</i>	ΔR	$\Delta \Sigma$	$\cdot 2$	$\Delta \Sigma$	
1843	2.5	3.6	3.0	2.5	11.6	2.9	2.9	11.6	5.8	5.8	1844
44	4.9	5.6	4.9	3.0	20.4	5.1	2.2	8.8	4.4	4.4	45
45	7.8	7.9	7.0	7.0	29.7	7.4	2.3	9.3	4.6	4.6	46
46	10.9	10.4	9.0	10.0	40.3	10.1	2.7	10.6	5.3	5.3	47
47	13.5	13.0	11.5	12.9	50.9	12.7	2.6	10.6	5.3	5.3	48
48	16.0	16.1	14.6	15.0	61.7	15.4	2.7	10.8	5.4	5.4	49
49	18.1	19.0	16.9	17.0	71.0	17.8	2.4	9.3	4.6	4.6	50
1850	20.8	22.7	19.9	19.5	82.9	20.7	2.9	11.9	5.9	5.9	1
51	23.1	25.3	22.5	21.5	92.4	23.1	2.4	9.5	4.8	4.8	2
52	25.7	28.7	25.7	24.1	104.2	26.0	2.9	11.8	5.9	5.9	3
53	28.1	31.9	28.2	26.5	114.7	28.7	2.7	10.5	5.2	5.2	4
54	31.0	34.9	31.0	28.8	125.7	31.4	2.7	11.0	5.5	5.5	5
55	33.7	38.0	31.0	31.0	136.7	34.2	2.8	11.0	5.5	5.5	6
56	36.0	40.5	36.5	33.0	146.0	36.5	2.3	9.3	4.6	4.6	7
57	38.0	42.8	38.8	35.0	154.6	38.6	2.1	8.6	4.3	4.3	8
58	39.8	44.9	40.9	36.4	162.0	40.5	1.9	7.4	3.7	3.7	9
59	41.3	47.0	42.9	37.2	168.4	42.1	1.6	6.4	3.2	3.2	60
1860	42.9	49.0	45.0	38.9	175.8	44.0	1.9	7.4	3.7	3.7	1
61	45.0	51.1	47.0	41.5	184.6	46.2	2.2	8.8	4.4	4.4	2
62	47.0	53.2	49.9	43.5	193.6	48.4	2.2	9.0	4.5	4.5	3
63	49.0	55.5	52.1	45.1	201.7	50.4	2.0	8.1	4.0	4.0	4
64	51.0	57.6	54.1	47.0	209.7	52.4	2.0	8.0	4.0	4.0	5
65	53.1	59.8	57.1	49.3	219.3	54.8	2.4	9.6	4.8	4.8	6
66	55.9	62.9	60.0	51.8	230.6	57.6	2.8	11.3	5.6	5.6	7
67	57.2	65.1	62.2	53.9	238.4	59.6	2.0	7.8	3.9	3.9	8
68	59.0	67.5	64.0	55.8	246.3	61.6	2.0	7.9	4.0	4.0	9
69	60.5	69.0	65.8	57.2	252.5	63.1	1.5	6.2	3.1	3.1	70
1870	62.0	71.0	67.6	58.9	259.5	64.9	1.8	7.0	3.5	3.5	1
71	63.8	72.0	69.2	60.7	265.7	66.4	1.5	6.2	3.1	3.1	2
72	65.0	74.9	70.9	62.0	272.8	68.2	1.8	7.1	3.6	3.6	3
73	66.4	77.0	72.3	63.1	278.8	69.7	1.5	6.0	3.0	3.0	4
74	68.2	78.9	74.2	65.0	286.3	71.6	1.9	7.5	3.8	3.8	5
75	70.0	80.0	76.0	66.1	293.1	73.3	1.7	6.8	3.4	3.4	6
76	71.8	82.9	77.3	67.3	299.3	74.8	1.5	6.2	3.1	3.1	7
77	73.0	84.0	79.0	68.5	304.5	76.1	1.3	5.2	2.6	2.6	8
78	74.5	85.8	79.8	69.6	309.7	77.4	1.3	5.2	2.6	2.6	9
79	75.9	87.0	80.9	70.8	314.6	78.6	1.2	4.9	2.4	2.4	80
1880	77.5	88.6	82.0	72.0	320.1	80.0	1.4	5.5	2.8	2.8	1
81	78.8	90.0	83.1	73.0	324.9	81.2	1.2	4.8	2.4	2.4	2
82	80.1	91.3	84.5	74.2	330.1	82.5	1.3	5.2	2.6	2.6	3
83	81.2	92.5	85.4	75.2	334.3	83.6	1.1	4.2	2.1	2.1	4
84	82.5	93.8	86.3	76.1	338.7	84.7	1.1	4.4	2.2	2.2	5
85	83.9	95.1	87.6	77.4	344.0	86.0	1.3	5.3	2.6	2.6	6
86	85.1	96.4	88.6	78.3	348.4	87.1	1.1	4.4	2.2	2.2	7
87	86.0	97.3	89.2	79.1	351.6	87.9	0.8	3.2	1.6	1.6	8
88	87.0	98.7	90.5	80.0	356.2	89.0	1.1	4.6	2.3	2.3	9
89	88.1	99.9	91.1	81.0	360.1	90.0	1.0	3.9	2.0	2.0	90
1890	89.1	100.9	91.9	81.9	363.8	91.0	1.0	3.7	1.8	1.8	1
91	90.0	101.9	92.5	82.5	366.9	91.7	0.7	3.1	1.6	1.6	2
92	91.0	103.0	93.0	83.5	370.5	92.6	0.9	3.6	1.8	1.8	3
93	91.8	104.0	93.9	84.0	373.7	93.4	0.8	3.2	1.6	1.6	4
94	92.6	105.0	94.3	84.9	376.8	94.2	0.8	3.1	1.6	1.6	5
95	93.4	106.0	95.0	85.8	380.2	95.0	0.8	3.4	1.7	1.7	6
96	94.1	107.0	95.8	86.5	385.4	95.8	0.8	3.2	1.6	1.6	7

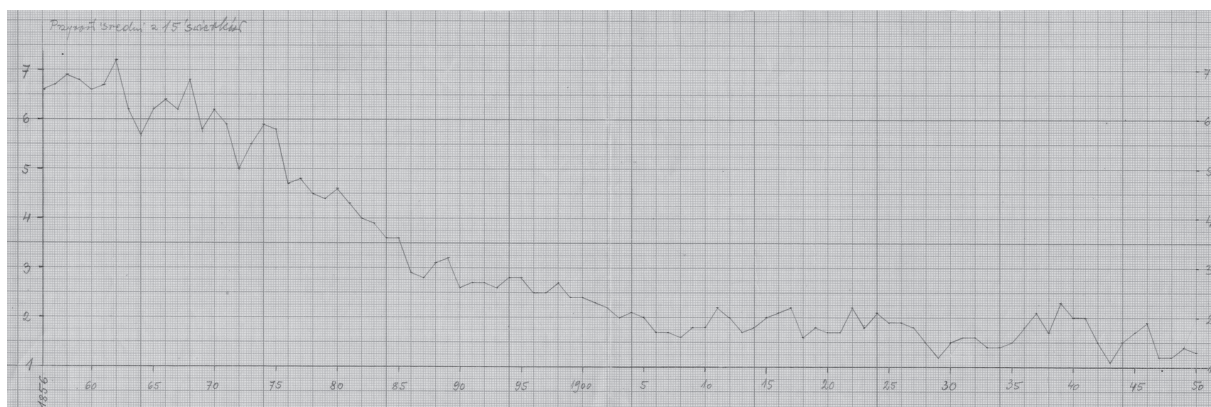
Ryc. 1. Wyniki pomiarów i obliczeń szerokości stojów dla świerka nr 1

Fig. 1. Results of measurements and calculations of tree-ring widths of spruce number 1



Ryc. 3. Zestawienie krzywych dendrochronologicznych 15 świerków dla wizualnego ich porównania i poprawnej synchronizacji

Fig. 3. The comparison of tree-ring width chronologies of 15 spruces for their visual agreement and cross-dating



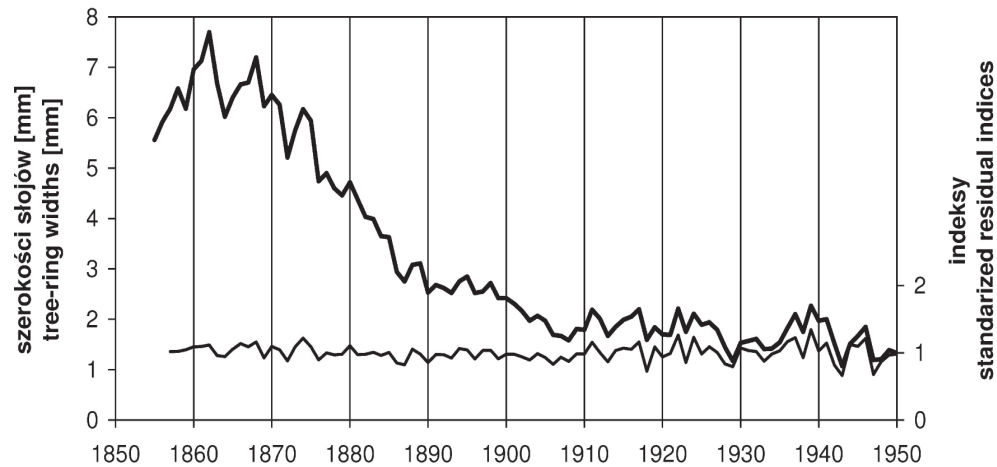
Ryc. 4. Pierwsza w Tatrach Polskich bezwzględnie datowana chronologia słożeń rocznych świerka z rejonu Smreczyńskiego Stawu, wyrażona w milimetrach

Fig. 4. The first in the Polish Tatra Mts. tree-ring chronology of Norway spruce from the region of Smreczyński Lake, expressed in millimeters

słożeń rocznych świerków z rejonu Smreczyńskiego Stawu ma temperatura czerwca ($r=0,43$; $p \leq 0,05$), w mniejszym zaś stopniu innych miesięcy sezonu wegetacyjnego oraz opady (ryc. 6). Zależność przyrost-klimat zaznacza się o wiele bardziej wyraźnie u świerków ze strefy górnej granicy lasu (Feliksik, 1972), u których wysoka temperatura czerwca–lipca stymuluje formowanie się słożeń szerokich, natomiast wysokie sumy opadów tych miesięcy ograniczają procesy przyrostu na grubość. W przypadku świerków z rejonu Smreczyńskiego Stawu rosnących na wysokości 1250 m n.p.m. stwierdzone zależności akcentują się o wiele mniej wyraźnie, ponieważ wa-

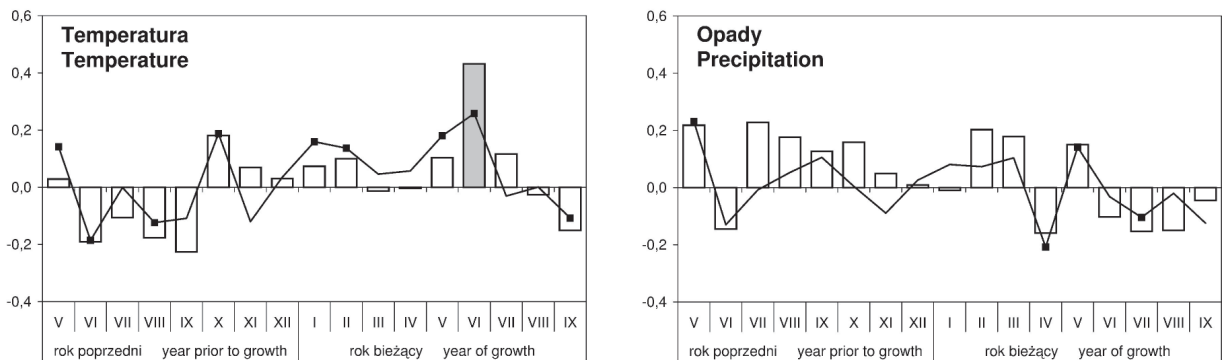
runki klimatyczne panujące na tych wysokościach są zdecydowanie łagodniejsze.

Po upływie 60 lat od opracowania pierwszej tatrzańskiej chronologii słożeń rocznych (Ermich i Mergentaler, 1953) dokonano ogromnego postępu w badaniach nad zmiennością przyrostu na grubość u drzew w Tatrach oraz klimatycznymi uwarunkowaniami tego procesu. Lista tatrzańskich chronologii jest imponująca, obejmuje bowiem w chwili obecnej ponad czterdzieści bezwzględnie datowanych krzywych dendrochronologicznych wszystkich gatunków iglastych i ważniejszych drzew liściastych Tatr.



Ryc. 5. Chronologia rzeczywista (linia pogrubiona) i rezydualna (linia cienka) świerka z rejonu Smreczyńskiego Stawu, opracowana według obecnie stosowanych metod

Fig. 5. Chronology of the Norway spruce from the Smreczyński Lake region, prepared using modern dendrochronological methods, expressed in millimeters (bold line) and as standardized residual values (thin line)



Ryc. 6. Zależność szerokości słoju rocznych świerka z rejonu Smreczyńskiego Stawu w Tatrach od średnich temperatur powietrza i opadów w Zakopanem (1897–1950), wyrażona wsp. korelacji (słupki) oraz wsp. regresji wielokrotnej (linia) dla roku formowania się przyrostu (I–IX) i roku poprzedniego (V–XII). Wartości istotne statystycznie na poziomie $p \leq 0,05$ zaznaczono kolorem szarym lub znacznikami. Uwzględnione w analizach elementy meteorologiczne determinują **48,08%** zmienności rocznych przyrostów drewna (współczynnik determinacji)

Fig. 6. The relationship between tree-ring widths of the Norway spruce from Smreczyński Lake region (Polish Tatra Mts.) with mean monthly air temperature and monthly sum of precipitation in Zakopane (1897–1950), expressed by coefficients of correlation (bars) and multiple regression (line). The coefficients were calculated for the year of tree-ring formation (I–IX) and for the year prior to tree-ring formation (V–XII). Statistically significant values ($p \leq 0,05$) are marked as gray bars and black squares. The variance explained by climate is **48,08%**

The first tree-ring widths chronology of Norway Spruce *Picea abies* (L.) H. Karst. from The Polish Tatra Mts. prepared by Professor Karol Ermich

The first tree-ring widths chronology in Polish Tatra Mts. and in whole Poland was prepared by Professor Karol Ermich for 15 Norway spruces from the region of Smreczynski Lake in the Koscieliska Valley. For dendrochronological analyses he used tree discs collected from spruces fallen by wind in 1951. On the basis of measurements conducted along 4 radii, he constructed mean ring chronology, spanning 96 years (1855–1950). The aim of his study was to estimate the influence of solar activity, expressed by Wolf's sunspot numbers on spruce tree-ring widths. This connection is expressed by per-

centage agreement two compared curves amounting 64%. The relationships between the radial growth of spruces and meteorological elements in Zakopane were examined by comparing tree-ring widths chronology of spruce with air temperature and sum of precipitation, for the period 1922–1950.

Tree-ring widths of spruce measured by Professor K. Ermich, sixty years ago, were used for dendrochronological and dendroclimatological analyses carried out using the modern methods. The relationship between radial increment of spruce and mean monthly temperature and monthly sum of precipitation was determined for the period 1896–1950 (55 years). The results of analyses indicate, that the main meteorological factor for tree-ring formation of examined spruces is temperature of June ($r=0,43$; $p \leq 0,05$). The high air temperature of

this month stimulates radial growth, while low temperature reduces it. The influence of meteorological conditions of others months is less distinctive.

Literatura

Bednarz Z., 1976. Wpływ klimatu na zmienność szerokości słoików rocznych limby (*Pinus cembra* L) w Tatrach, Acta Agr. Silv. ser. Silv., 16, s. 17–34.
Ermich K., 1951. Materiały niepublikowane.

Ermich K., Mergentaler J., 1953. Zależność przyrostu drzew od klimatu solarnego, Roczniki Sekcji Dendrologicznej PTB, 9, s. 215–224.

Feliksik E., 1972. Studia dendroklimatologiczne nad świerkiem (*Picea excelsa* L.), Acta Agr. Silv. Ser. Silv., 12, s. 39–83.

Zinkiewicz W., 1946. Badania nad wartością rocznego przyrostu drzew dla studiów wahań klimatycznych, Annales U.M.C.S., I, B, s. 177–234.

