

MARCIN KOPROWSKI

# Dendrochronologiczna analiza przyrostów rocznych buka zwyczajnego (*Fagus sylvatica* L.) w Nadleśnictwie Iława

Dendrochronological analysis of European beech (*Fagus sylvatica* L.) tree rings in the Iława Forest District

## ABSTRACT

Koprowski M. 2006. Dendrochronologiczna analiza przyrostów rocznych buka zwyczajnego (*Fagus sylvatica* L.) w Nadleśnictwie Iława. Sylwan 5: 44-50.

The study focused on tree rings of European beech in the stands in the Iława Forest District. The aim of the study was to analyse the effect of climatic conditions on the formation of the annual ring width at the limits of beech natural distribution in an area where the Atlantic and Continental climate meet and overlap. The mean tree-ring width was relatively wide and equalled 2,89 mm. The obtained time series covered the years between 1900 and 2002. On the basis of the response function analysis and indicator years it was demonstrated that there was a considerable impact of spring/summer precipitation on annual growth ring formation.

## KEY WORDS

dendrochronology, dendroclimatology, European beech, *Fagus sylvatica*

## ADDRESSES

Marcin Koprowski – Pracownia Dendrochronologiczna; Instytut Ekologii i Ochrony Środowiska; Uniwersytet Mikołaja Kopernika; ul. Gagarina 9; 87-100 Toruń

## Wstęp

Buk zwyczajny występuje w środkowej, południowej i zachodniej Europie. W Polsce gatunek ten osiąga północno-wschodnią granicę zasięgu. W granicach jego występowania zaznaczają się dwa duże centra – pomorskie i górsko-wyżynne. Jednym z większych kompleksów lasów bukowych są drzewa z Pojezierza Iławskiego. Generalnie na terenie Pojezierzy Pomorskich udział buka w lasach został znacznie ograniczony na skutek wprowadzania sosny i przejęcia pod uprawę rolną najżyźniejszych terenów zajętych wcześniej przez zbiorowiska z udziałem buka [Boratyńska, Boratyński 1990]. Powierzchniowy udział buka w Lasach Państwowych jest stosunkowo niewielki i wyniósł w 1995 roku 4,7%. Buk zwyczajny w Nadleśnictwie Iława rośnie na skraju naturalnego zasięgu. Jest to również obszar gdzie klimat kontynentalny przechodzi w klimat atlantycki. Celem pracy jest analiza szerokości słoików przyrostu rocznego buka zwyczajnego i ocena udziału warunków klimatycznych poszczególnych miesięcy w determinowaniu szerokości drewna wtórnego. Poznanie i zrozumienie wpływu opadów i temperatury na aktywność podziałową kambium ma ogromne znaczenie dla gospodarki leśnej. Wyznaczenie lat kalendarzowych, w których tworzyły się ekstremalnie wąskie lub szerokie przyrosty i określenie roli klimatu w ich kształtowaniu pozwoli na analizę wyników co do prowadzonych zabiegów gospodarczych w lasach i tym samym do wyeliminowania corocznej zmienności.

## Material i metody

Próby do badań zostały pobrane za pomocą świdra Presslera. Pobrano 20 prób z 10 drzew (dwie próby z drzewa) na wysokości 130 cm od szyi korzeniowej. Wywierty pobrano z Nadleśnictwa Hława (Leśnictwo Gardyny, oddz. 70h, Las świeży). Materiał poddano standardowej preparatyce, a następnie zmierzono szerokość przyrostów rocznych z zaokrągleniem do 0,01 mm stosując przyrostomierz z mechaniczną prowadnicą i elektroniczną rejestracją szerokości słoików. Program Tree-Rings [Krawczyk, Krąpiec 1995] posłużył do obsługi urządzenia i zapisywania otrzymanych wartości. Próby z jednego stanowiska porównano pomiędzy sobą i sprawdzono istotność korelacji za pomocą testu *t*-Studenta [Baillie, Pilcher 1973] z wykorzystaniem programu CATRAS (Computer Aided Tree-Ring Analysis System) [Aniol 1991]. Kolejnym etapem budowania chronologii dla stanowiska było testowanie wytypowanych prób. Wykorzystano do tego program COFECHA [Grissino-Mayer, 2001; Holmes 1994], który testuje każdą serię w stosunku do utworzonej chronologii wzorcowej i porównuje wartości współczynników korelacji. Seria wzorcowa powstaje przez uśrednienie wartości z pojedynczych prób i jest modyfikowana dzięki usunięciu ze średniej tej próby, która jest z nią porównywana. Korelacja jest weryfikowana przez wybrany poziom ufności i sprawdzana czy większa jej wartość trafia się, kiedy alternatywne pozycje są przesuwane rok po roku do dziesięciu lat wstecz i dziesięciu lat wprzód. Do dalszych badań zastosowano dwa rodzaje chronologii:

- chronologię rzeczywistą złożoną z uśrednionych wartości przyrostów rocznych i przedstawioną w postaci rzeczywistych wartości liczbowych,
- chronologię rezydualną, która została otrzymana po zastosowaniu programu CRONOL z pakietu programów DPL (Dendrochronology Program Library) [Holmes 1994]. Program konstruuje taką chronologię w dwóch etapach.

1. Przekształcanie szeregu czasowy pozbawiany jest trendów na dwa sposoby:

- albo z zastosowaniem regresji liniowej
- albo z zastosowaniem zmodyfikowanej negatywnej funkcji wykładniczej

2. Otrzymaną zindeksowaną serię przyrostów przekształca się za pomocą modelu autoregresji i otrzymuje się chronologię w wersji rezydualnej pozbawioną autokorelacji [Holmes 1994].

Oceniono wartości następujących statystyk: średnią arytmetyczną, średnią wrażliwość, odchylenie standardowe i autokorelację. Szczegóły ich opis można znaleźć w podręczniku Zielskiego i Krąpca [2004]. Wartości wskaźnikowe na podstawie których wyznaczono lata wskaźnikowe otrzymano po zastosowaniu programu WEISER [Gonzales 2001]. Program ten był już z powodzeniem wykorzystywany do wyznaczania lat wskaźnikowych [Koprowski, Zielski 2002]. W celu przeprowadzenia analizy dendroklimatologicznej zastosowano matematyczny model response function, do którego przeprowadzenia zastosowano program Precon [Fritts 1996], który dodatkowo umożliwia zastosowanie procedury „bootstrapped” będącej alternatywną propozycją do testowania istotności i stabilności współczynnika determinacji ( $r^2$ ) w okresie czasu [Guiot 1993].

## Wyniki i dyskusja

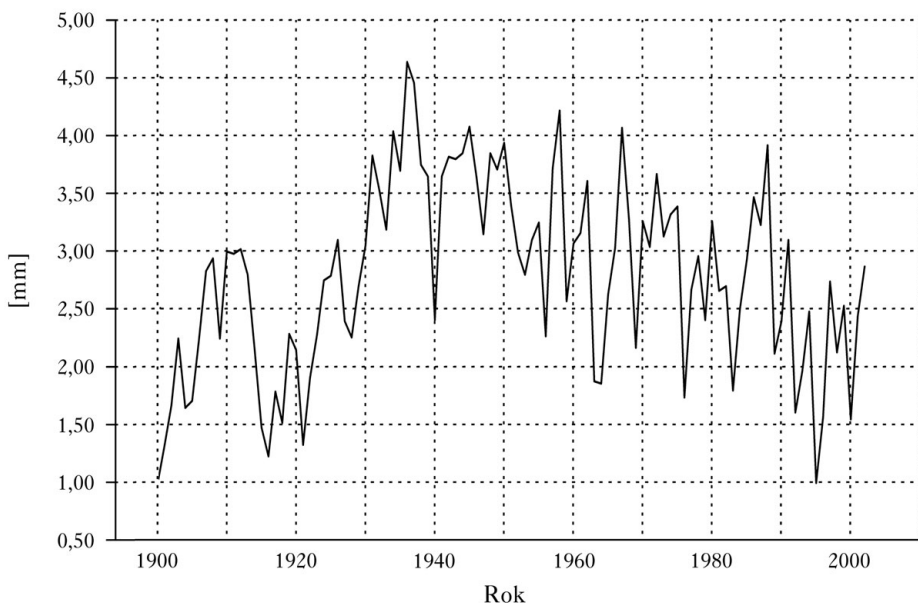
Najstarszy wydatowany przyrost u drzew z badanego stanowiska powstał w 1900 roku (tab. 1). Szerokość przyrostów rocznych jest stosunkowo duża. Największe przyrosty tworzyły się w 1992 roku, a najszersze w 1936 roku (średnia szerokość dla wszystkich prób w tym roku wynosi

4,63 mm) (ryc. 1). W celu wyeliminowania długookresowych tendencji i wyeksponowania corocznej zmienności, która bardziej odzwierciedla wpływ klimatu, sekwencje rzeczywistych wartości poddano indeksacji i otrzymano chronologię rezydualną (ryc. 2.), gdzie średnią szerokość sprowadzono do 1. Wyeliminowanie długookresowych fluktuacji przejawia się w zmniejszeniu wartości autokorelacji (tab. 1.). Udział temperatury i opadów w kształtowaniu szerokości przyrostu rocznego przedstawiono na rycinie 3. Zmienność tłumaczona warunkami klimatycznymi wynosi 60,9%. Całkowita zmienność jest tłumaczona w 74,9%. Negatywna zależność od przyrostu roku poprzedniego wskazuje na coroczną zmienność szerokości przyrostów. Korzystano z danych klimatycznych (średnie miesięczne temperatury i sumy miesięcznych opadów) stacji IMGW w Olsztynie za lata 1951-2000 (53°46'N, 20°25'E). Największą rolę odgrywają warunki klimatyczne od końca wiosny do lata. Na przyrost w danym roku kalendarzowym wpływają korzystnie opady w maju i czerwcu, natomiast wysokie temperatury w lipcu i wrześniu roku poprzedniego są przyczyną mniejszej aktywności podziałowej kambium (ryc. 3). Pozytywny

Tabela 1.

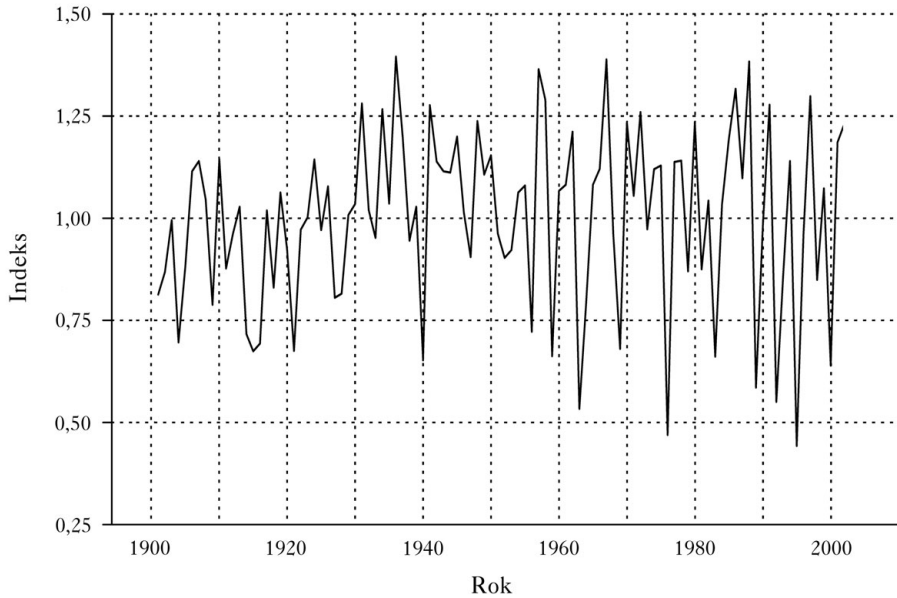
Podstawowe parametry statyczne opisujące chronologię rzeczywistą i rezydualną  
Basic statistical parameters describing raw data and residual chronologies

Chronologia	Liczba prób w średniej	Suma przyrostów (w średniej)	Lata	Średnia szerokość przyrostu [mm]	Odch. stand.	Średnia wrażliwość	Auto-korelacja
Rzeczywista	18	1474	1900-2002	2,89	1,071	0,288	0,609
Rezydualna			1901-2002	1,00	0,216	0,265	-0,07



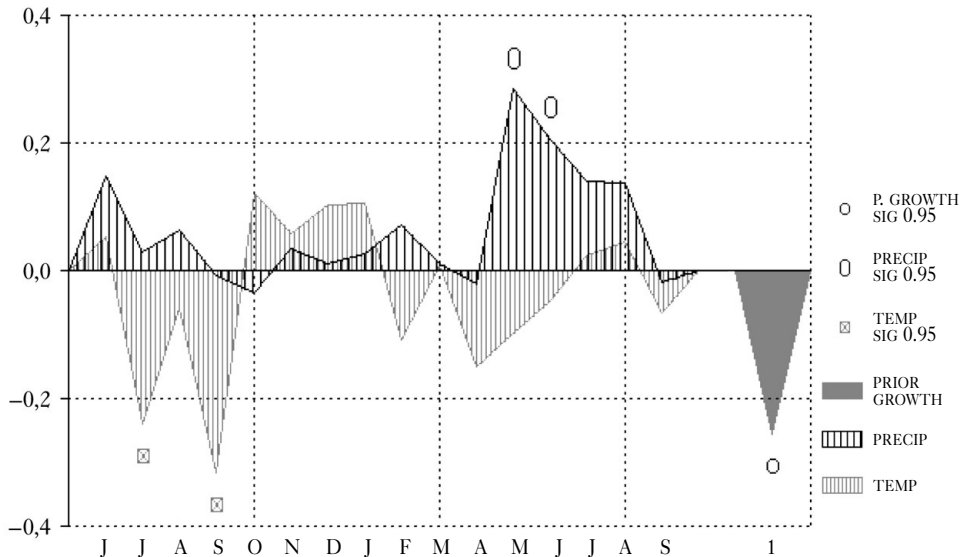
Ryc. 1.

Chronologia rzeczywista przyrostów rocznych buka zwyczajnego z Nadleśnictwa Iława  
Raw data chronology of annual increments in European beech from the Iława Forest District



Ryc. 2.

Chronologia rezydualna buka zwyczajnego z Nadleśnictwa Iława  
Residual chronology of European beech from the Iława Forest District



Ryc. 3.

Zależność przyrostów rocznych od opadów (PRECIP) i temperatury (TEMP) poszczególnych miesięcy (J – czerwiec; J – lipiec; A – sierpień; S – wrzesień; O – październik, itd.). Symbole nad wykresem wskazują miesiące, w których stwierdzono istotną zależność pomiędzy przyrostem a temperaturą czy opadami  
Dependence of annual increments (PRECIP) and temperature (TEMP) in individual months (J – June, J – July, A – August, S – September, O – October, etc.). Symbols above the graphs indicate months in which the relationship between ring width and temperature or precipitation was found significant

Tabela 2.

Lata wskaźnikowe i ich wyjaśnienie na podstawie sum miesięcznych opadów  
Indicator years and their description on the basis of monthly precipitation sums

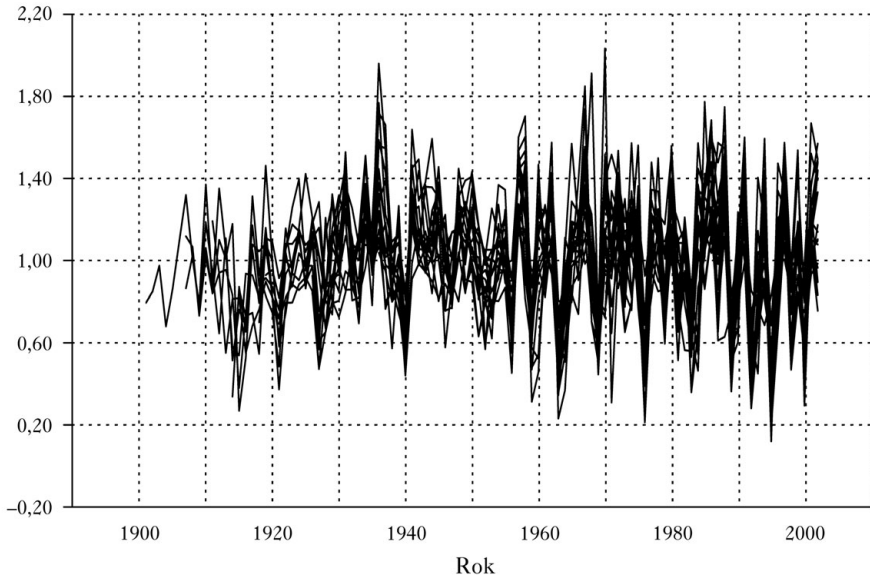
Rok	Całkowita liczba prób	Przyrost	Próby reagujące zmianą przyrostów [%]	Warunki pluwalne w latach ekstremalnych przyrostów		
				maj	czerwiec	lipiec
1921	10	wąski	90,0	–	–	–
1927	13	wąski	77,0	–	–	–
1931	15	szeroki	80,0	–	–	–
1933	15	wąski	80,0	–	–	–
1936	16	szeroki	93,9	–	–	–
1940	16	wąski	100,0	–	–	–
1941	16	szeroki	87,6	–	–	–
1947	16	wąski	81,3	–	–	–
1956	17	wąski	76,5	b.suchy	mokry	mokry
1957	17	szeroki	94,1	suchy	mokry	b.mokry
1959	17	wąski	94,1	b.suchy	suchy	mokry
1962	17	szeroki	88,3	b.mokry	b.suchy	mokry
1963	17	wąski	100,0	suchy	suchy	suchy
1964	17	wąski	76,5	suchy	b.mokry	b.suchy
1967	17	szeroki	76,5	b.mokry	b.mokry	mokry
1969	18	wąski	100,0	mokry	b.suchy	suchy
1972	18	szeroki	77,7	b.mokry	mokry	suchy
1976	18	wąski	100,0	mokry	suchy	suchy
1980	18	szeroki	83,3	b.suchy	mokry	b.mokry
1983	18	wąski	100,0	mokry	b.suchy	b.suchy
1988	18	szeroki	83,3	mokry	mokry	b.mokry
1989	18	wąski	100,0	suchy	mokry	b.suchy
1992	18	wąski	77,7	suchy	b.suchy	b.suchy
1995	18	wąski	94,5	suchy	mokry	suchy
1997	18	szeroki	100,0	b.mokry	suchy	b.mokry
2000	18	wąski	100,0	suchy	b.suchy	mokry

bardzo suchy (b. mokry) – suma miesięcznych opadów wynosi poniżej połowy średniej (powyżej 1,5) wieloletniej dla danego miesiąca  
suchy (mokry) – suma miesięcznych opadów waha się od połowy średniej do średniej wieloletniej dla danego miesiąca (powyżej średniej do 1,5 średniej)

very dry (very wet) – monthly precipitation sum is below half of the long-term mean for a given month

dry (wet) – monthly precipitation sum oscillates between half of the long-term mean and the long-term mean for a given month (above the mean to 1,5 of the mean)

wpływ niskiej temperatury w miesiącach letnich można wyjaśnić zachmurzeniem, które towarzyszy deszczowej pogodzie. Poszerzenie i uogólnienie wpływu klimatu umożliwia analiza lat wskaźnikowych, czyli takich lat kalendarzowych, w których tworzył się ekstremalnie wąski bądź szeroki przyrost. Obserwacja takich lat możliwa jest również na wykresach zbiorczych (ryc. 4). W tabeli 2 podjęto próbę wyjaśnienia pojawiania się wąskich lub szerokich przyrostów w konkretnych latach opadami w maju, czerwcu i lipcu. Okazało się, że kombinacja opadów w tych trzech miesiącach decyduje o aktywności podziałowej kambium. Należy pamiętać również o tym, że reakcja kambium jest niespecyficzna, to znaczy, że różne czynniki mogą wywoływać identyczny skutek – zredukowanie lub pogrubienie miąższości pierścienia drewna [Zielski, Krąpiec 2004]. Pojawienie się wąskich przyrostów jest determinowane również przez niskie temperatury zimowe np. w roku 1940 [Chojnacka-Ożga 2001]. Rolę warunków termicznych końca zimy na szerokość przyrostów buka podkreślają również Feliksik i Wilczyński [1997] i Z'Graggen [1992].



Ryc. 4.

Zestawienie wykresów rezydualnych dla pojedynczych prób  
Specification of residual graphs for individual samples

## Wnioski

- ✦ Buk na badanym terenie w pobliżu swojej granicy naturalnego występowania wydaje się być dobrze zaadaptowany, przejawia się to w odkładaniu stosunkowo szerokiej warstwy drewna wtórnego
- ✦ Analiza dendroklimatologiczna wskazuje na przewagę warunków pluwialnych przełomu wiosny i lata w determinowaniu szerokości słoików rocznych buka zwyczajnego w Nadleśnictwie Ilawa.

## Literatura

- Aniol R. 1991. Catras User's Manual. By R.W. Aniol, Schleswig, F.R.G.
- Baillie M. G. L., Pilcher J. R. 1973. A simple cross dating program for Tree-Ring Bulletin 33: 7-14.
- Boratyńska K., Boratyński A. 1990. Systematyka i geograficzne rozmieszczenie [W:] Białobok S. [red.]. Buk zwyczajny. *Fagus sylvatica* L. Nasze drzewa leśne. Monografie Populamonaukowe. Tom 10. PAN. Instytut Dendrologii w Kórniku. Warszawa-Poznań. PWN.
- Chojnacka-Ożga L. 2001. Rytmika przyrostu pierśnicy buka zwyczajnego (*Fagus sylvatica* L.). Praca doktorska wykonana w Zakładzie Dendrometrii i Nauki o Produkcji Lasu. SGGW. Warszawa.
- Feliksik E., Wilezyński S. 1997. Dendroclimatic characterisation of beech (*Fagus sylvatica* L.) from the Beskidy Zachodnie Mountains (southern Poland). Zeszyty Naukowe AR w Krakowie nr 326. Leśnictwo z.26: 55-62.
- Fritts H. C. 1996. Quick help for PRECON. User manual.
- Gonzales I. G. 2001. Weiser: a computer program to identify event and pointer years in dendrochronological. Dendrochronologia, 19 (2): 239-244.
- Grissino-Mayer H. D. 2001. Evaluating crossdating accuracy: a manual and tutorial for the computer program COFECHA Tree-Ring Research 57 (2): 205-221.
- Guiot J. 1993. The Bootstrapped response function. Tree Ring Bulletin 51: 39-41.
- Holmes R. L. 1994. Dendrochronology Program Library. Users Manual. Tucson, Arizona. 51.
- Koprowski M., Zielski A. 2002. Lata wskaźnikowe u świerka pospolitego (*Picea abies* (L.) Karsten) na Pojezierzu Olsztyńskim. Sylwan 11: 29-39.

- Krawczyk A., Krapiec M. 1995. Dendrochronologiczna baza danych. W: Mat. II Krajowej Konferencji: Komputerowe wspomaganie badań naukowych, Wrocław. 247-252
- Las w liczbach. 1997. Opracował zespół pracowników Dyrekcji Generalnej LP. Agencja Reklamowo-Wydawnicza. A. Grzegorzczak. Warszawa.
- ZGraggen S. 1992. Dendrohistometrisch- klimatologische Untersuchung an Buchen (*Fagus sylvatica* L.). Diss. Univ. Basel.
- Zielski A., Krapiec M. 2004. Dendrochronologia. PWN, Warszawa.

## SUMMARY

### Dendrochronological analysis of European beech (*Fagus sylvatica* L.) tree rings increments in the Hawa Forest District

The natural range of distribution of European beech encompasses mainly western Poland and mountain-upland areas. The north-eastern limit of this species is in the Hawa Forest District. The aim of the study was to determine the climatic requirements of beech at the limits of its natural distribution in an area where two types of climates meet and overlap, with a prevalence of Atlantic and boreal influence. The time series obtained as a result of measurements of tree-ring widths covered the period between 1900 and 2002. The mean tree-ring width was 2,89 mm (Tab. 1). After the indexing of the raw data chronology (Fig. 2) the residual chronology was produced (Fig. 2) with the removed long-term growth trends reflected, among others, in a decrease in autocorrelation value (Tab. 1). The participation of the climatic factors in the formation of annual ring width was found to be 61%, while the total explained variation – 75% (Fig. 3). Table 1 provides a comparison of years with narrow or wide ring increments in the majority of samples (Fig. 4) and with the sum of monthly precipitation being in May, June and July. It was ascertained that pluvial conditions from May to June had the greatest effect on the ring width. With the increase in the sum of monthly precipitation during these months the layer of the secondary wood gets wider. Relatively wide growth rings may account for the good state of the stand under study and adjustment of beech to the climatic conditions at the limits of its natural distribution.