

MARCIN KOPROWSKI, MARIUSZ GŁAWENDA

Dendrochronologiczna analiza przyrostów rocznych jodły pospolitej (*Abies alba* Mill.) na Pojezierzu Olsztyńskim (Nadleśnictwo Wichrowo)

Dendrochronological analysis of silver fir (*Abies alba* Mill.) annual increments in the Olsztyńskie Lakeland (Wichrowo Forest District)

ABSTRACT

Koprowski M., Gławenda M. 2007. Dendrochronologiczna analiza przyrostów rocznych jodły pospolitej (*Abies alba* Mill.) na Pojezierzu Olsztyńskim (Nadleśnictwo Wichrowo). Sylwan 11: 35-40.

The research objective was to investigate the course of tree-ring width series of silver fir (*Abies alba* Mill.) growing outside its natural range. Sample material was collected in Wichrowo Forest District in the Olsztyńskie Lakeland region. Dendroclimatological analysis was performed for the period 1952-2000 on the basis of residual chronology and meteorological data from Olsztyn station. It turned out that the thermal conditions at the end of winter influence the tree ring widths the most.

KEY WORDS

dendrochronology, dendroclimatology, silver fir, *Abies alba*

ADDRESSES

Marcin Koprowski – Pracownia Dendrochronologiczna; Instytut Ekologii i Ochrony Środowiska; Uniwersytet Mikołaja Kopernika; ul. Gagarina 9; 87-100 Toruń; e-mail: koper@biol.uni.torun.pl

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

Wstęp

Jodła pospolita (*Abies alba* Mill.) jest gatunkiem typowo górskim. Na nizinach Polski występuje północna granica naturalnego występowania tego gatunku drzewa. Najdalej wysunięte na północ naturalne stanowisko jodły znajduje się w Puszczy Białowieskiej [Boratyński 1983]. Przedmiotem badań prezentowanych w tej pracy są drzewa rosnące poza naturalnym arealem, które zostały prawdopodobnie wprowadzone sztucznie. Metoda dendrochronologiczna umożliwia przesledzenie corocznych zmian szerokości słoju rocznych. Dynamika przyrostowa jest odzwierciedleniem siły, z jaką czynniki biotyczne i abiotyczne determinują szerokość słoja rocznego. Celem pracy było złożenie chronologii dla jodły pospolitej rosnącej poza naturalnym zasięgiem. Pojęcie chronologia rozumiane jest tu jako sekwencja przyrostów rocznych wyrażona w skali czasu [Zielski, Krąpiec 2004]. Określono także udział czynników klimatycznych w determinowaniu szerokości słoja przyrostu rocznego. Uzupełnienie wiedzy o ekologii jodły pozwoli na lepsze zrozumienie zjawiska zamierania tego gatunku, którego przyczyny nie są do końca jednoznacznie poznane [Dobrowolska 1998].

Teren badań, materiał i metody

Nadleśnictwo Wichrowo zlokalizowane jest na terenie Pojezierza Mazurskiego. Klimat tego regionu wykazuje duże zróżnicowanie w zależności od ukształtowania powierzchni, sąsiedztwa

jezior i zalesienia [Kondracki 2000]. Średnia roczna temperatura powietrza na obszarze Nadleśnictwa wynosi 7,3°C. Długość okresu wegetacyjnego jest bardzo zróżnicowana w poszczególnych latach i waha się od 170 do 190 dni. Średnia temperatura powietrza w tym okresie wynosi 13,9°C. Roczna suma opadów atmosferycznych przekracza 600mm. W krajobrazie dominuje silna pagórkowatość [www.olsztyn.rdlp.gov.pl/wichrowo/warunki.htm].

Stanowisko badawcze, którego współrzędne GPS to 54° 01,480'N i 20° 26,790'E, zostało ulokowane w pododdziale 290a na terenie Leśnictwa Biały Krzyż. Badane drzewa rosną na siedlisku lasu mieszanego świeżego.

Materiał badawczy pobrano z 10 jodeł za pomocą świdra Presslera na wysokości 1,30 m od szyi korzeniowej. W każdym drzewie wykonano po 2 wywierty (od strony wschodniej i zachodniej). Zgodnie ze strategią EKO badań dendrochronologicznych [Zielski, Krąpiec 2004] wybrano jodły najwyższe, z prawidłowo wykształconą koroną, bez zewnętrznych oznak chorobowych i uszkodzeń. Badane okazy były równowiekowe i liczyły po około 110 lat. Rosły w sąsiedztwie również 110-letnich dębów i świerków. Struktura gatunkowa wydzielenia to 6Jd, 3Db, 1Św [Operat Taksacyjny Nadleśnictwa Wichrowo]. Średnia pierśnica badanych drzew wynosi 62,8 cm i waha się od 51 do 92 cm. Na stanowisku badawczym widoczne było naturalne odnawianie się jodły.

Pobrane próby poddano standardowej preparatyce, a następnie, za pomocą przyrostomierza z mechaniczną prowadnicą i elektroniczną rejestracją szerokości słoików, zmierzono szerokość przyrostów rocznych z dokładnością 0,01 mm. Program Tree-Rings [Krawczyk, Krąpiec 1995] posłużył do obsługi urządzenia i zapisywania otrzymywanych wartości. Nie wszystkie próby zostały wykorzystane do budowania chronologii. Poszczególne sekwencje porównano między sobą, a istotność korelacji sprawdzono przy pomocy testu t-Studenta [Baillie, Pilcher 1973] z wykorzystaniem programu CATRAS (Computer Aided Tree-Ring Analysis System) [Aniol 1991]. Próby, które najbardziej odbiegały od pozostałych, wykluczono z dalszej analizy. W kolejnym etapie sprawdzono poprawność złożenia chronologii przy pomocy programu COFECHA [Grissino – Mayer 2001], który testuje każdą serię w stosunku do utworzonej chronologii wzorcowej i porównuje wartości współczynników korelacji.

Do dalszych badań zastosowano dwa rodzaje chronologii:

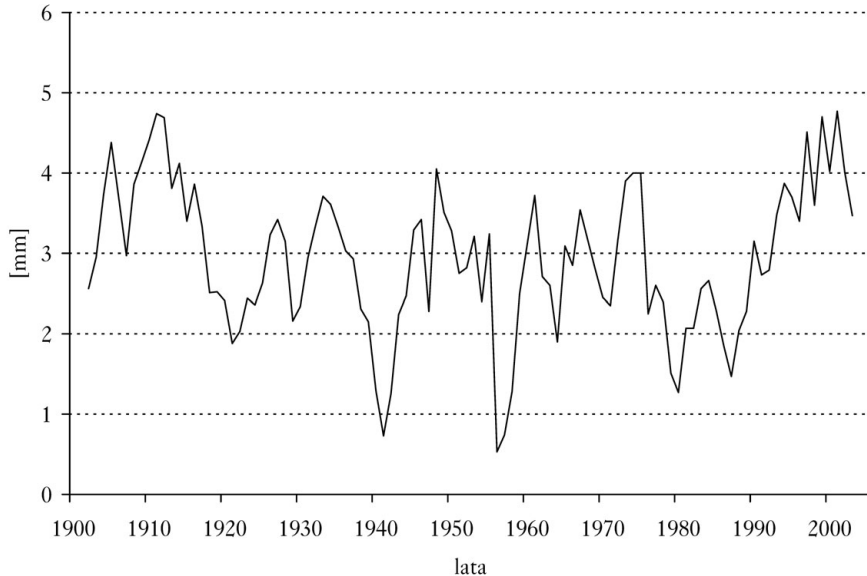
- chronologię rzeczywistą złożoną z uśrednionych wartości przyrostów rocznych i przedstawioną w postaci rzeczywistych wartości liczbowych,
- chronologię rezydualną, która została otrzymana po zastosowaniu programu CRONOL z pakietu programów DPL (Dendrochronology Program Library) [Holmes 1994].

Dla uzyskanych chronologii obliczono i oceniono również wartości następujących statystyk: średnia arytmetyczna, średnia wrażliwość, odchylenie standardowe i autokorelacja [Riemer 1994]. W celu przeprowadzenia analizy dendroklimatologicznej zastosowano matematyczny model response function, do czego użyto programu Precon [Fritts 1996]. Program ten dodatkowo umożliwia zastosowanie procedury „bootstrapped” będącej alternatywną propozycją do testowania istotności i stabilności współczynnika determinacji (r^2) w okresie czasu [Guiot 1993]. Do oceny wpływu klimatu na szerokość przyrostu rocznego wykorzystano chronologię rezydualną i dane klimatyczne (sumy miesięcznych opadów i wartości średniej miesięcznej temperatury) ze stacji IMGW w Olsztynie ($\phi 53^\circ 46'N$, $\lambda 20^\circ 25'E$).

Wyniki i dyskusja

Złożono chronologię dla jodły pospolitej rosnącej na terenie Nadleśnictwa Wichrowo na Pojezierzu Olsztyńskim. Obejmuje ona okres od 1902 do 2003 roku (ryc. 1). Średnia szerokość

przyrostu wynosi 2,84 mm (tab.). Wartość ta jest większa w porównaniu z innymi stanowiskami w Polsce. W rezerwacie Baranowiec (Beskid Sądecki) i w Nadleśnictwie Ciężkowice na południu kraju średnia szerokość wynosi odpowiednio 1,68 i 2,45 mm [Szychowska-Krapiec 1999]. Węższe przyrosty zaobserwował również Feliksik [1993] na stanowiskach w Sudetach i Karpatach. Na Roztoczu szerokość słoju była taka sama jak na Pojezierzu Olsztyńskim. Chronologię



Ryc. 1.

Chronologia rzeczywista przyrostów rocznych jodły pospolitej z Nadleśnictwa Wichrowo
Chronology of annual increments of silver fir from the Wichrowo Forest District

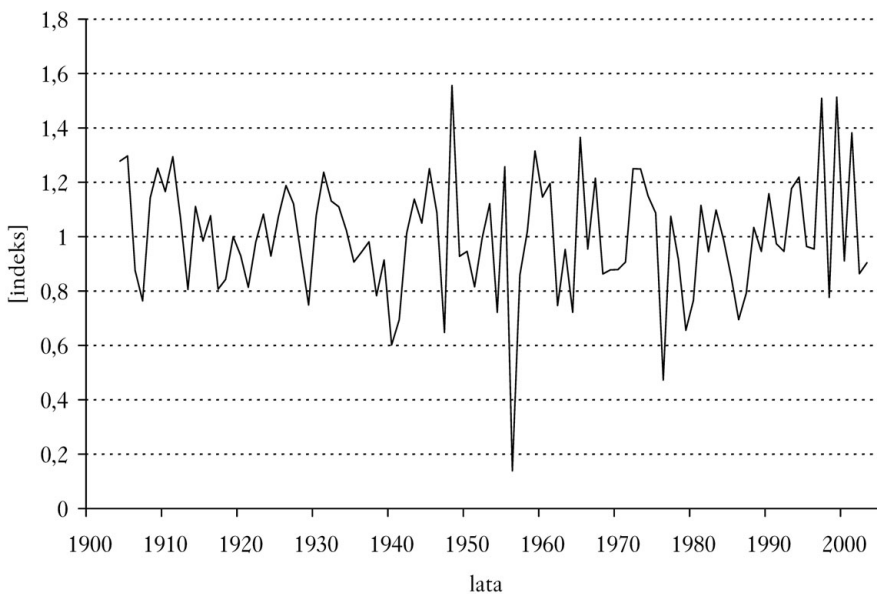
Tabela.

Podstawowe parametry statystyczne opisujące chronologię rzeczywistą i rezydualną
Basic statistical parameters describing actual and residual chronologies

Symbol próby	Najstarszy zmierzony przyrost	Liczba zmierzonych przyrostów	Korelacja ze średnią	Średnia szerokość przyrostu	Odch. stand.	Auto-korelacja	Średnia wrażliwość
WICH01E0	1941	63	0,823	3,44	1,581	0,700	0,313
WICH01W0	1909	95	0,626	2,21	1,253	0,828	0,295
WICH02W0	1915	89	0,761	3,11	1,389	0,680	0,317
WICH03W0	1954	50	0,729	1,90	1,025	0,655	0,331
WICH06E0	1916	88	0,530	2,16	1,292	0,650	0,430
WICH06W0	1928	76	0,719	2,98	2,168	0,867	0,370
WICH07E0	1917	87	0,663	2,53	1,432	0,780	0,357
WICH07W0	1908	96	0,664	2,21	1,137	0,819	0,297
WICH08E0	1908	96	0,686	2,97	1,565	0,764	0,343
WICH08W0	1902	102	0,567	2,48	1,254	0,795	0,306
WICH10E0	1933	71	0,704	4,87	1,771	0,788	0,197
WICH10W0	1935	69	0,648	3,77	1,716	0,796	0,227
Średnia			0,669	2,84	1,454	0,765	0,318
Chronologia rezydualna				1	0,221	-0,05	0,249

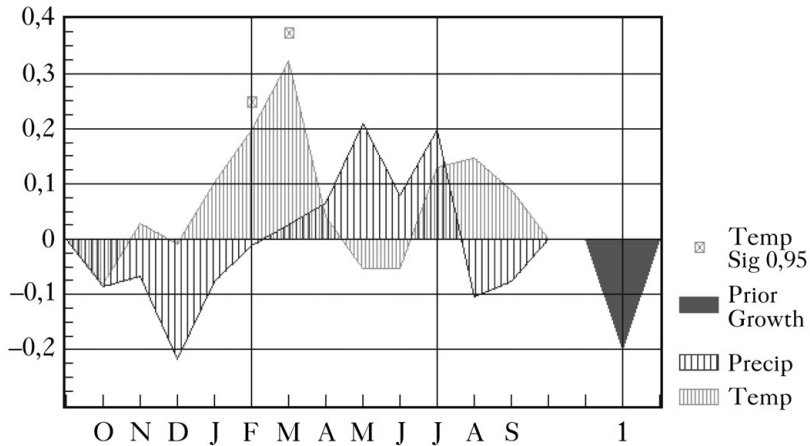
rzeczywistą jodły pospolitej udostępniono na stronie <http://www.dendro.uni.torun.pl/wichjo.htm>. Niższa wartość autokorelacji i wyższa wartość średniej wrażliwości na stanowisku z Nadleśnictwa Wichrowo (tab.) świadczy o istnieniu mniej wyraźnych długookresowych tendencji przyrostowych w porównaniu z drzewami rosnącymi w rezerwacie Baranowiec i Nadleśnictwie Ciężkowice. Związane jest to prawdopodobnie z wiekiem drzew rosnących w południowej Polsce. Długość sekwencji przyrostowych z tego rejonu jest dużo większa i wynosi odpowiednio 226 i 127 lat.

Do badań dendroklimatologicznych wykorzystano chronologię rezydualną, pozbawioną długookresowych tendencji przyrostowych z wyeksponowaną coroczną zmiennością szerokości przyrostów słoików rocznych (ryc. 2). Brak trendu wiekowego przejawia się również w niskiej wartości autokorelacji (tab.). Zależność przyrostów od klimatu zbadano w okresie 1952-2000. Udział klimatu w kształtowaniu dynamiki przyrostowej jodły wyniósł 57%. Stwierdzono, iż największy wpływ na szerokość przyrostu rocznego wywierają warunki termiczne końca zimy – lutego i marca (ryc. 3). Według Feliksika [1990] właśnie temperatura miesięcy zimowych determinuje szerokość przyrostu słoika rocznego na obszarze Polski. W Polsce temperatura poniżej -27°C powoduje u jodły poważne uszkodzenia [Jaworski, Zarzycki 1983]. Na pozytywny wpływ wyższej temperatury zimy wskazywali również Desplanque i in. [1999], Feliksik i in. [2000] oraz Rolland [1993]. Stwierdzono także negatywną rolę susz w okresie wegetacyjnym na obszarach nizinnych [Desplanque i in. 1999, Feliksik 1990]. Przyczyną niewielkiego wpływu opadów wiosenno-letnich na przyrost badanych jodeł są prawdopodobnie korzystne warunki pluwalne tego miejsca. Roczna suma opadów atmosferycznych na tym terenie przekracza 600 mm, co przyjmowane jest jako minimum wilgoci potrzebnej do występowania jodły [Jaworski, Zarzycki 1983]. Nie zaobserwowano również pojawiania się ekstremalnie wąskich słoików w latach posusznych, czego przykładem może być rok 1992, który odbił się szczególnie wyraźnie w przyrostach rocznych świerka pospolitego [Koprowski, Zielski 2002]. Eckstein i in. [1983]



Ryc. 2.

Chronologia rezydualna przyrostów rocznych jodły pospolitej z Nadleśnictwa Wichrowo
Residual chronology of annual increments of silver fir from the Wichrowo 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 klimatem a temperaturą czy opadami

Dependence of tree-ring growth on precipitation (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 climate and temperature or precipitation was found significant

analizowali wpływ niskich opadów, szczególnie suszy, która miała miejsce latem 1976 roku, na zjawisko zamierania jodły. Jako przyczynę tego procesu wskazują oni jednak raczej długookresowe zanieczyszczenie powietrza niż czynniki klimatyczne.

Wnioski

- ✦ Drzewa na badanym stanowisku nie wykazały silnej tendencji do odkładania coraz węższych warstw drewna wraz z wiekiem.
- ✦ Jodła rosnąca w Nadleśnictwie Wichrowo jest bardziej wrażliwa na niską temperaturę końca zimy i początku wiosny niż na niedobór opadów w sezonie wegetacyjnym.

Literatura

- Aniol R. 1991. Catras Users Manual.
- Baillie M. G. L., Pilcher J. R. 1973. A simple crossdating program for tree-ring research. *Tree-Ring Bulletin*. 33: 7-14.
- Boratyński A. 1983. Systematyka i geograficzne rozmieszczenie. W: S. Białobok [red.]. *Jodła pospolita *Abies alba* Mill.*, 41-85. PWN, Warszawa – Poznań.
- Desplanque C., Rolland Ch., Schweingruber F. H. 1999. Influence of species and abiotic factors on extreme tree ring modulation: *Picea abies* and *Abies alba* in Tarentaise and Maurienne (French Alps). *Trees* 13: 218-227.
- Dobrowolska D. 1998. Zjawisko zamierania jodły pospolitej (*Abies alba* Mill.) w naturalnym zasięgu. *Sylwan* 12: 49-55.
- Eckstein D., Aniol R. W., Bauch J. 1983. Dendroklimatologische Untersuchungen zum Tannensterben. *European Journal of Forest Pathology* 13: 279-288.
- Feliksik E. 1990. Badania dendroklimatologiczne dotyczące jodły (*Abies alba* Mill.) występującej na obszarze Polski. *Zesz. Nauk. AR. Kraków*. 151: 1-106.
- Feliksik E. 1993. Teleconnection of the radial growth of fir (*Abies alba* Mill.) within central Europe. *Dendrochronologia* 11: 171-175.
- Feliksik E., Wilezyński S., Podolski R. 2000. Wpływ warunków termiczno-pluwialnych na wielkość przyrostów radialnych sosny (*Pinus sylvestris* L.), jodły (*Abies alba* Mill.) i buka (*Fagus sylvatica* L.) ze Świętokrzyskiego Parku Narodowego.
- Fritts H. C. 1996. Quick help for PRECON. User manual.
- 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.
- Jaworski A., Zarzycki K. 1983. *Ekologia*. W: S. Białobok [red.]. *Jodła pospolita Abies alba* Mill., 41-85. PWN, Warszawa – Poznań.
- Kondracki J. 2000. *Geografia regionalna polski*. PWN Warszawa.
- Koprowski M., Zielski A. 2002. Lata wskaźnikowe u świerka pospolitego (*Picea abies* (L.) Karsten) na Pojezierzu Olsztyńskim. *Sylvan* 11: 29-39.
- Krawczyk A., Krapiec M. 1995. Dendrochronologiczna baza danych. W: *Mat. II Krajowej Konferencji: Komputerowe wspomaganie badań naukowych*. Wrocław. 247-252.
- Operat Taksacyjny Nadleśnictwa Wichrowo.
- Rolland Ch. 1993. Tree-ring and climate relationships for *Abies alba* in the internal Alps. *Tree-ring Bulletin* 53: 1-11.
- Szychowska-Krapiec E. 1999. Późnooloceriński standard dendrochronologiczny dla jodły *Abies alba* Mill. z obszaru południowej polski – Praca dokt. AGH Kraków.
- Zielski A., Krapiec M. 2004. *Dendrochronologia*. PWN, Warszawa.
- www.olsztyn.rdlp.gov.pl/wichrowo/warunki.htm

SUMMARY

Dendrochronological analysis of silver fir (*Abies alba* Mill.) annual increments in the Olsztyńskie Lakeland (Wichrowo Forest District)

Silver fir (*Abies alba* Mill.) is a typical mountainous tree species. However, in Poland natural places of its presence can also be found in the lowlands. The research objective was to investigate the course of tree-ring width series of silver fir growing outside its natural range. Sample material was collected in the Wichrowo Forest District in the Olsztyńskie Lakeland region. Analysed trees represented fresh mixed deciduous habitat type.

Obtained chronology of silver fir covers period of 1902- 2003 (Fig. 1.) and is available at <http://www.dendro.uni.torun.pl/wichjo.htm>. Average tree ring width amounted to 2,84 mm. The other descriptive statistics reveal the presence of short-term increment tendencies (Tab.). Residual chronology (Fig. 2.) as well as mean monthly temperature and precipitation from Olsztyn meteorostation (1952-2000) were used in dendroclimatological analysis. It turned out that the thermal conditions at the end of winter influence the tree ring widths the most (Fig. 3.).