

Dendrochronologiczna analiza przyrostów radialnych dębu szypułkowego (*Quercus robur* L.) z terenu Mazurskiego Parku Krajobrazowego

Wojciech Kędziora, Robert Tomusiak

Abstrakt. Wytrzymałe, twarde i trwałe drewno dębowe od wieków było cenione w budownictwie o czym świadczą liczne zachowane obiekty architektury drewnianej. Dzięki temu dąb jest podstawowym gatunkiem w europejskiej dendrochronologii. Pomimo, że dla tego gatunku opracowano wiele chronologii na terenie Polski, duża zmienność i brak dominującego czynnika klimatycznego sprawiają duże problemy w odczytywaniu sygnału klimatycznego zawartego w słojach rocznych. Z uwagi na ograniczoną terytorialnie siłę sygnału klimatycznego zasadne wydają się badania na terenach z dużym udziałem dębu w ekosystemach leśnych. Celem pracy było poznanie wielkości przyrostów radialnych dębu szypułkowego (*Quercus robur* L.) i zbadanie jego reakcji na zmienne warunki termiczno-pluwalne Mazurskiego Parku Krajobrazowego.

Badania przeprowadzono w trzech drzewostanach dębu szypułkowego na terenie Nadleśnictwa Strzałowo, których wiek, zgodnie z dokumentacją Lasów Państwowych, wahał się od 120 do 170 lat. Materiał badawczy obejmuje wywiarty dordzeniowe pobrane w lipcu 2011 r. z drzew o najwyższym statusie biosocjalnym. Dla każdego drzewa określono sekwencję osobniczą, którą stanowił szereg czasowy szerokości słoików rocznych. Sekwencje przyrostowe posłużyły do zbudowania chronologii rzeczywistych i standardowych. Przeprowadzono analizę lat wskaźnikowych oraz zbadano związek szerokości słoików rocznych ze średnią temperaturą i miesięczną sumą opadów.

Słowa kluczowe: dąb, chronologia słoików rocznych, lata wskaźnikowe, Mazurski Park Krajobrazowy

Abstract. From ages a resistant, hard and durable oak wood was valued in the construction industry. The best evidence for this is an existence of many preserved objects of wooden architecture. This is the main reason for oak to be principal European dendrochronological species. Despite the fact that there are many oak chronologies in Poland, high diversity and lack of dominant climate factor cause big problems in reading climate signal that is written in tree-rings. Considering those factors as territorial limited, research are thought to be justified. The aim of the study was to determine annual radial growth of English oak (*Quercus robur* L.) and analysis of its reaction for variable both thermal and pluvial conditions in Mazury Landscape Park.

Research was carried out in three oak stands in Strzałowo Forest District. According to the forest management plans, age of stands varies from 120 to 170 years. In July 2011 the samples were taken from trees representing the highest biosocial status. The individual sequences for each tree were created and real and standard stand chronologies as well. The pointer years, characterized by the same increment reaction in case of at least 60% of sampled trees in the stand, were determined. The

relation between tree-rings width and climate parameters (temperature and average precipitation) was investigated.

Key words: oak, tree-ring chronology, pointer years, Mazury Landscape Park

Wstęp

Dąb szypułkowy (*Quercus robur* L.) występuje niemal w całej Europie, wykazując bardzo dużą zdolność przystosowawczą do różnych warunków klimatycznych. W Polsce jest gatunkiem przechodnim (bez granicy naturalnego zasięgu) i występuje na całym niżu. W górach dochodzi do wysokości 400-500 m n.p.m. (Andrzejczyk 2009). Udział powierzchniowy dębu w lasach Polski wynosi 7,0%, natomiast miąższościowy 6,1% (Leśnictwo 2011).

Dąb od wieków jest ceniony ze względu na wytrzymałe, twarde i trwałe drewno, często wykorzystywane w budownictwie. Drewno dębowe zalicza się do drewna pierścieniowo-naczyniowego, co sprawia, że stosunkowo łatwo można znaleźć granice słojev rocznych. Anomalie przyrostowe, takie jak brak przyrostu na części lub całości obwodu, ekstremalnie wąskie słoje czy fałszywa granica słoja dzieląca drewno wczesne i późne, występują na ogół rzadko (Ważny 2006). Wszystko to sprawia, że dąb jest gatunkiem niezwykle użytecznym w dendrochronologii.

Celem pracy jest poznanie wielkości przyrostów radialnych dębu szypułkowego i zbadanie jego reakcji na zmienne warunki termiczno-pluwalne Mazurskiego Parku Krajobrazowego. Realizacja powyższego celu badań wzbogaca wiedzę o ekologii gatunku i może pomóc w podejmowaniu optymalnych decyzji hodowlanych.

Material i metody

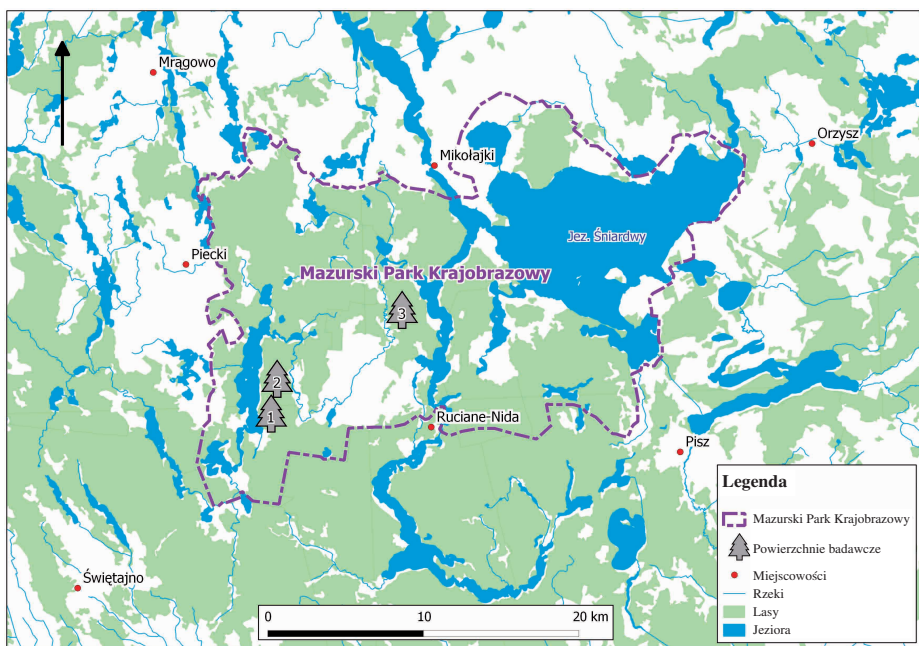
Położony na terenie Polski północno-wschodniej Mazurski Park Krajobrazowy jest jednym z największych parków krajobrazowych w kraju. Jego powierzchnia wynosi 53 655 ha, z czego ponad 29 000 ha to tereny leśne (Ryc. 1). Obszar Parku charakteryzuje się klimatem pojeziernym i znajduje się na pograniczu dwóch odmiennych form geomorfologicznych: moren i sandrów. Region ten wystawiony jest na częste działanie zimnych mas powietrza i charakteryzuje się występowaniem ostrzejszych zim (Romer 1921). Klimat wykazuje duże zróżnicowanie w zależności od ukształtowania powierzchni, sąsiedztwa jezior i zalesienia (Kondracki 2000). Znaczna ilość jezior wpływa na większą wilgotność powietrza wynoszącą ok. 81-82%, a średnia roczna ilość opadów wynosi 611 mm. Czas trwania okresu wegetacyjnego wynosi ok. 180-195 dni. Średnia roczna temperatura wynosi 6,5°C, a średnia temperatura okresu wegetacyjnego 14,4°C (stacja meteorologiczna w Szczytnie).

Do badań wytypowano drzewostany dębowe w starszym wieku na terenie Nadleśnictwa Strzałowo, które zgodnie z opisem urzędzeniowym na dzień 01.01.2011 r. miały 161 (pow. 1), 167 (pow. 2) i 120 lat (pow. 3). Materiał badawczy obejmuje wywierty z drzew o najwyższych stanowiskach biosocjalnych w drzewostanie. Zgodnie ze strategią EKO badań dendrochronologicznych (Zielski, Krąpiec 2004) wybrano drzewa o wysokiej żywotności, bez widocznych oznak uszkodzeń ze strony owadów i grzybów oraz czynników abiotycznych. Z każdego drzewostanu przy użyciu świdra przyrostowego Presslera pobrano 15 wywiertów, po jednym na drzewo, na wysokości 1,30 m od powierzchni gruntu. W programie CooRecorder oznaczono granice przyrostów rocznych na zeskanowanym obrazie wywiertu, a następnie w programie CDendro v.7.3 (www.cybis.se) określono dla każdego drzewa sekwencję osobniczą, którą stanowił szereg czasowy szerokości słojev rocznych. Ocenę poprawności synchronizacji przyrostów rocznych i osobniczych wykonano za pomocą programu COFECHA (Holmes 1986). Zgodne sekwencje przyrostowe posłużyły opracowaniu chronologii rzeczywistych dla każdego stanowiska. Zbudowano również chronologie indeksowane z wykorzystaniem programu CRONOL (Holmes 1999)

z pakietu DPL (Holmes 1999). Indeksy obliczane były na podstawie ilorazów szerokości słoja i wartości odczytanej z odpowiednio dobranej linii trendu. Dzięki chronologii indeksowanej standardowej można prześledzić kształtowanie się z wiekiem indeksów przyrostów rocznych po wyeliminowaniu trendu wiekowego. Z analiz usunięto ostatnie, niepełne przyrosty, jakie odłożyły się w roku 2011, gdyż pobór prób przeprowadzono w lipcu.

W charakterystyce chronologii, oprócz typowych miar statystycznych takich jak: średnia arytmetyczna czy odchylenie standardowe, określono także tzw. średnią wrażliwość oraz autokorelację. Średnia wrażliwość podaje stopień zróżnicowania pomiędzy następującymi po sobie wartościami w danym szeregu czasowym (Zielski 1997). Miara ta pozwala ocenić wartość reakcji drzewa bądź grupy drzew na stropy środowiskowe. Autokorelacja to wartość korelacji danej sekwencji przyrostowej z tą samą sekwencją ale przesuniętą o rok (autokorelacja pierwszego rzędu) lub większą liczbę lat (autokorelacja n-tego rzędu). W niniejszej pracy posłużono się autokorelacją pierwszego rzędu.

Wyznaczenie lat wskaźnikowych, kiedy większość drzew na stanowisku (w niniejszych badaniach było to co najmniej 60% drzew) zareagowało obniżeniem (rok negatywny) lub zwiększeniem przyrostu (rok pozytywny), przeprowadzono z wykorzystaniem programu WEISER (Gonzalez 2001). Bazuje on na opisywanym przez Croppera (1979) i Schweingrubera et al. (1990) sposobie normalizacji w ruchomym oknie. Przy analizie lat wskaźnikowych sprawdzono średnie temperatury miesięczne oraz miesięczne sumy opadów, które porównano ze średnimi z wielolecia. Wykorzystane dane klimatyczne pochodzą z bazy Climate Research Unit oraz Tyndall Centre (Mitchell, Jones 2005) i obejmują lata 1901-2002.



Ryc. 1. Rozmieszczenie powierzchni badawczych na terenie Mazurskiego Parku Krajobrazowego
Fig. 1. Location of sample plots in Mazury Landscape Park

Wyniki i dyskusja

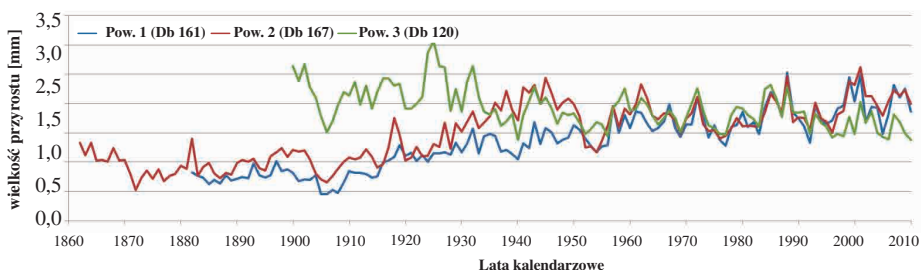
Najstarszy wydatowany przyrost powstał w 1806 roku, jednakże został on zaobserwowany tylko na jednej próbie. Inne drzewa z tego stanowiska charakteryzowały się mniejszą liczbą słoików na pierśnicy. Duża rozbieżność w liczbie słoików rocznych zaobserwowana na powierzchni 1. i 2. może wskazywać na naturalne pochodzenie drzewostanów. Na powierzchni 3. obserwujemy podobny wiek poszczególnych wywierców.

Średnia szerokość przyrostu wszystkich badanych drzew wynosi 1,56 mm (Tab. 1). W drzewostanie młodszym przyjmuje znacznie większą wartość (1,91 mm) niż w drzewostanach starszych (1,35 i 1,48 mm). Różnice te związane są z trendem wiekowym uwidocznionym w zmniejszającej się wielkości przyrostów radialnych wraz z wiekiem drzewa. Największe różnice między drzewostanami starszymi a młodszymi widać w asymetrii rozkładów szerokości słoików rocznych, gdyż drzewostan z powierzchni trzeciej charakteryzuje się kilkukrotnie większą skośnością niż drzewostany z pierwszych dwóch powierzchni. Średnie szerokości słoików rocznych są znacznie niższe w porównaniu do innych badań z tego rejonu (Krapiec, Szychowska-Krapiec 2004), gdzie zaobserwowana wartość dla dębów z terenu Nadleśnictwa Maskulińskie wynosiła 2,49 mm. Może być to spowodowane dużo większym wiekiem badanych drzew, niż w porównywanej pracy. Z kolei wielkości średniej wrażliwości i autokorelacji kształtują się na podobnym poziomie.

Tab. 1. Charakterystyka chronologii rzeczywistych i standardowych
Table 1. Characteristics of raw-data and standard chronologies

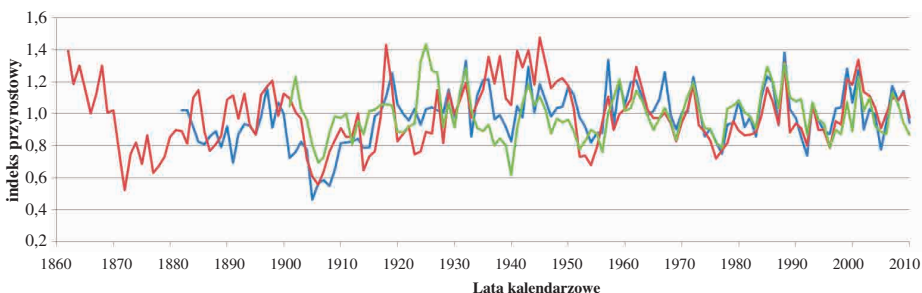
	Chronologie rzeczywiste			Chronologie standardowe		
	Pow. 1	Pow. 2	Pow. 3	Pow. 1	Pow. 2	Pow. 3
Liczba prób	11	10	15	11	10	15
Okres	1882-2011	1862-2011	1901-2011	1883-2011	1863-2011	1902-2011
Długość chronologii [lata]	129	149	110	128	148	109
Średnia szerokość przyrostu	1,35 mm	1,48 mm	1,91 mm	0,98	0,99	0,99
Najmniejszy przyrost	0,45 mm	0,53 mm	1,38 mm	0,46	0,52	0,62
Największy przyrost	2,53 mm	2,62 mm	3,08 mm	1,38	1,47	1,43
Odchylenie standardowe	0,486 mm	0,494 mm	0,34 mm	0,167	0,195	0,144
Skośność	0,158	0,097	0,783	-0,188	0,163	0,412
Średnia wrażliwość	0,222	0,211	0,202	0,15	0,159	0,135
Autokorelacja	0,697	0,751	0,663	0,62	0,56	0,56

Przebieg chronologii rzeczywistych (Ryc. 2) wskazuje wyraźny trend wiekowy widoczny w drzewostanie najmłodszym. W przypadku drzewostanów starszych brak kulminacji przyrostów może potwierdzać wzmiankowaną wcześniej możliwość naturalnego pochodzenia drzewostanów. Analiza przebiegu chronologii w różnych okresach wykazuje największą zgodność w ciągu ostatnich 60 lat. W chronologiach standardowych (Ryc. 3), pozbawionych trendu wiekowego, widać dużo mniejsze różnice między poszczególnymi drzewostanami. Może to oznaczać, że te trzy różne drzewostany w podobny sposób reagują szerokością słoików rocznych na warunki środowiska na terenie Mazurskiego Parku Krajobrazowego. Na chronologiach indeksowanych obserwuje się większą zgodność chronologii stanowiskowych w ostatnich kilkudziesięciu latach. Wyznaczenie średniej wrażliwości w chronologiach rzeczywistych i standardowych wykazało, że młodsze drzewostany dębowe wykazują podatność na zmiany przy różnych warunkach środowiskowych. Szerokość słoika rocznego jest w dużym stopniu zdeterminowana szerokością słoja w roku poprzedzającym. Udowodniono to badając wielkość autokorelacji dla drzew pochodzących z Mazurskiego Parku Krajobrazowego. Uzyskano wysokie wyniki, nierzadko przekraczające 0,6.



Ryc. 2. Chronologie rzeczywiste

Fig. 2. Raw-data chronologies



Ryc. 3. Chronologie standardowe

Fig. 3. Standard chronologies

Dla poszczególnych drzewostanów wyznaczono następujące pozytywne lata wskaźnikowe:

Pow. 1. - 2009, 2008, 2007, **2001**, 1999, 1993, **1988**, 1985, **1972**, 1967, 1957, 1950, 1943, 1932, 1919

Pow. 2. - 2009, **2001**, 1999, 1993, **1988**, 1979, **1972**, 1962, 1957, 1949, 1945, 1927, 1922, 1918, 1913, 1902

Pow. 3. - 2007, 2003, **2001**, **1988**, 1985, 1980, 1979, **1972**, 1959, 1943, 1932, 1925, 1919

W następujących latach stwierdzono negatywne lata wskaźnikowe:

Pow. 1. - 2002, **1996**, **1992**, **1987**, 1983, 1977, **1969**, 1964, 1958, 1954, **1940**, 1933, 1915, **1914**, 1905

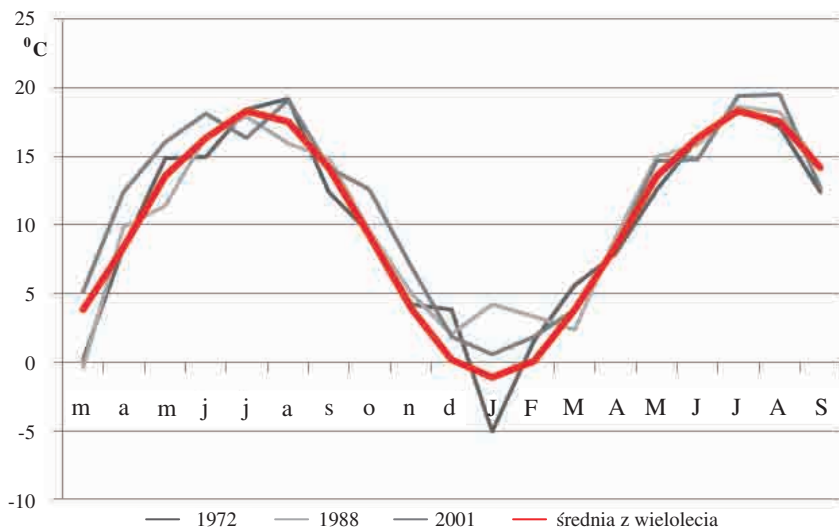
Pow. 2. - **1996**, **1992**, 1989, **1987**, 1982, 1976, **1969**, 1965, 1954, 1953, 1952, **1940**, 1933, 1928, 1924, 1923, 1920, 1916, 1915, 1914, 1907, 1906, 1905

Pow. 3. - 2004, **1996**, **1992**, **1987**, 1983, 1977, 1976, **1969**, 1965, 1960, 1956, 1952, 1947, **1940**, 1930, 1928, **1914**, 1912, 1907, 1906

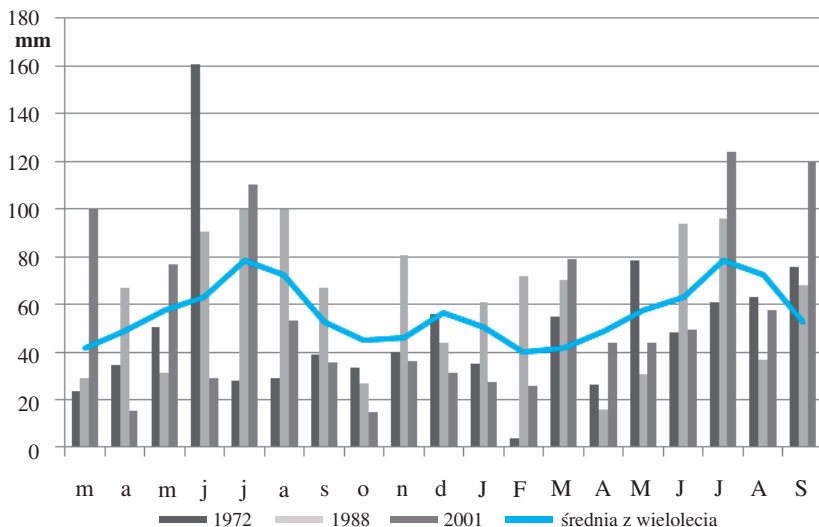
Lata wskaźnikowe, które okazały się wspólne dla trzech stanowisk, wyróżniono w powyższym zestawieniu. Ta sama reakcja w danym roku u większości drzew mogła być spowodowana czynnikiem o dużym zasięgu, np. czynnikiem klimatycznym charakterystycznym dla rejonu.

Temperaturę oraz opady w wyznaczonych latach poddano analizie porównawczej ze średnimi z wielolecia. Pozytywne lata wskaźnikowe można powiązać z ciepłymi miesiącami zimowymi (Ryc. 4). Warunki pluwialne lat pozytywnych nie odbiegały znacząco od średniej z wielolecia (Ryc. 5). Lata negatywne wystąpiły przy niskich temperaturach zimowych (Ryc. 6) oraz niskich opadach na przełomie zimy i wiosny (Ryc. 7). Stwierdzona liczba lat wskaźnikowych nie jest wysoka, co może

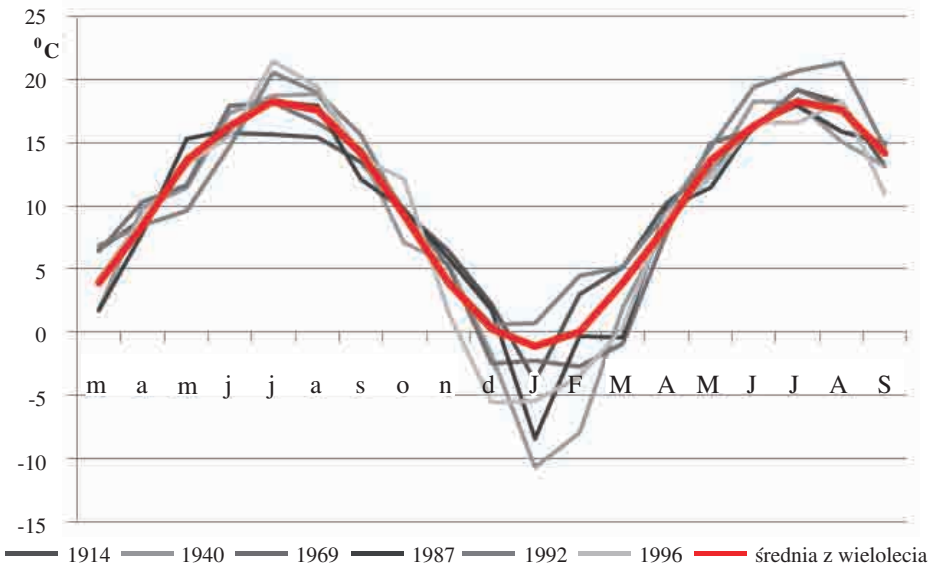
oznaczać, że dąb szypułkowy na terenie Mazurskiego Parku Krajobrazowego rośnie w dobrych, bądź optymalnych warunkach. Warto przy tym zauważyć, że liczba lat negatywnych wspólnych dla wszystkich powierzchni jest dwukrotnie większa niż pozytywnych. Pozostałe lata wskaźnikowe, które nie okazały się wspólne dla wszystkich chronologii, wskazują na działanie czynnika o mniejszym zasięgu, jakimi mogą być gradacje owadów czy zabiegi pielęgnacyjne w drzewostanach gospodarczych.



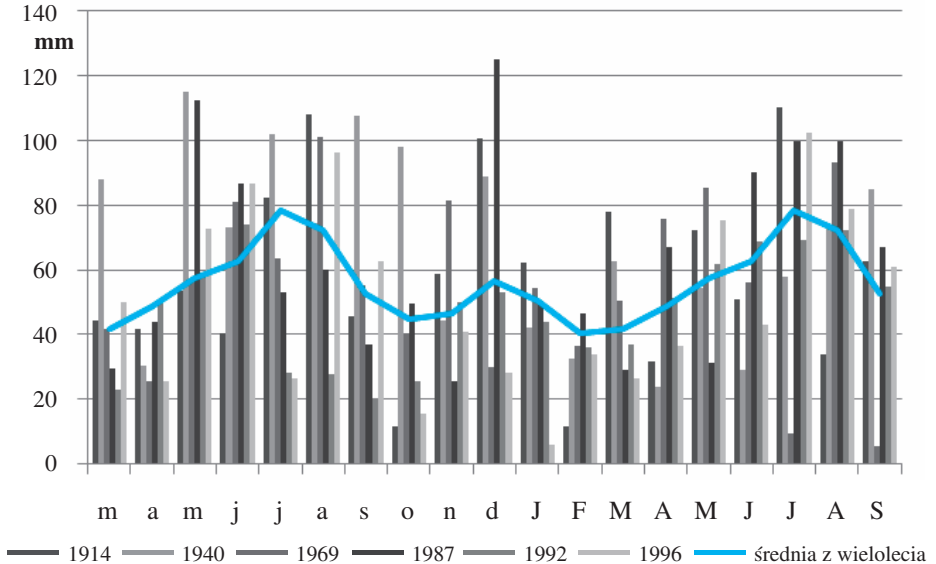
Ryc. 4. Porównanie średniej miesięcznej temperatury lat pozytywnych ze średnią z wielolecia
Fig. 4. Comparison of monthly average temperature of positive years and long-term average



Ryc. 5. Porównanie sum opadów miesięcznych lat pozytywnych ze średnią z wielolecia
Fig. 5. Comparison of monthly sum of precipitation of positive years and long-term average



Ryc. 6. Porównanie średniej miesięcznej temperatury lat negatywnych ze średnią z wielolecia
Fig. 6. Comparison of monthly average temperature of negative years and long-term average



Ryc. 7. Porównanie sum opadów miesięcznych lat negatywnych ze średnią z wielolecia
Fig. 7. Comparison of monthly sum of precipitation of negative years and long-term average

Wnioski

- Przeciętna wielkość przyrostów radialnych dębu szypułkowego z terenu Mazurskiego Parku Krajobrazowego od 1,35 do 1,91 mm świadczy o dobrej kondycji przyrostowej gatunku. Przeciętne szerokości słoików na terenie Mazurskiego Parku Krajobrazowego okazały się wyższe drzewostanach młodszych.
- Młodsze drzewostany dębowe charakteryzują się silniejszą reakcją przyrostową na zmienne warunki środowiska w porównaniu do drzewostanów starszych. Wykazują przy tym mniejszą podatność na zmiany przyrostów przy zmiennych warunkach środowiskowych.
- Chronologie rzeczywiste dębu szypułkowego z terenu Mazurskiego Parku Krajobrazowego charakteryzują się niską średnią wrażliwością i wysoką autokorelacją.
- Zaobserwowano, że negatywne lata wskaźnikowe można powiązać z niskimi temperaturami miesięcy zimowych oraz niskimi sumami miesięcznymi opadów przełomu zimy i wiosny, natomiast pozytywne lata wskaźnikowe można połączyć z ciepłymi zimami.

Podziękowania

Autorzy składają serdeczne podziękowania uczestnikom Międzynarodowego Interdyscyplinarnego Obozu Naukowego Koła Naukowego Leśników „Mazury 2011” oraz pracownikom Mazurskiego Parku Krajobrazowego i Nadleśnictwa Strzałowo.

Literatura:

- Andrzejczyk T. 2009. *Dąb szypułkowy i bezszypułkowy*. Hodowla. PWRiL, Warszawa.
- Cropper J. P. 1979. *Tree-ring skeleton plotting by computer*. Tree-ring Bulletin 39: 47-59.
- Gonzales I. G. 2001. *Weiser: a computer program to identify event and pointer years in dendrochronological*. Dendrochronologia, 19 (2): 239-244.
- Holmes R. L. 1986. *Quality control of crossdating and measuring. A user's manual for program COFECHA*, W: Holmes R. L., Adams R.K., Fritts H.C.: Tree-ring chronologies of western North America: California, eastern Oregon and northern Great Basin. Chronology Series VI. Tucson: Univ. of Arizona. 41-49.
- Holmes R. L. 1999. *Dendrochronology Program Library*. User's Manual. Tucson, Arizona.
- Kondracki J. 2000. *Geografia regionalna polski*. PWN, Warszawa.
- Krapiec M., Szychowska-Krapiec E. 2004. *Standardy dendrochronologiczne sosny zwyczajnej (Pinus sylvestris L.) i dębu szypułkowego (Quercus robur L.) z północno-wschodniej Polski*. Sylwan 148 (7): 11-19.
- Leśnictwo. 2011. Wydawnictwo GUS, Warszawa.
- Mitchell T. D, Jones P. 2005. *An improved method of constructing a database of monthly climate observations and associated high-resolution grids*. Int. J. of Climatology 25: 693-712
- Romer E. 1921. *Geograficzno-Statystyczny Atlas Polski*. Lwów, wyd. 2.
- Schweingruber F. H., Eckstein D., Serre-Bachet F., Bräker O. U. 1990. *Identification, Presentation and Interpretation of Event Years and Pointer Years in Dendrochronology*.
- Ważny T. 2006. *Dendrochronologia dębu*. W: Bugała W. (red. serii). Dęby. Poznań-Kórnik: Instytut Dendrologii PAN.
- Zielski A. 1997. *Uwarunkowania środowiskowe przyrostów radialnych sosny zwyczajnej (Pinus sylvestris L.) w Polsce Północnej na podstawie wielowiekowej chronologii*. Wydawnictwo Uniwersytetu Mikołaja Kopernika. Toruń.
- Zielski A., Krapiec M. 2004. *Dendrochronologia*. PWN, Warszawa.

Wojciech Kędziora^{1*}, Robert Tomusiak²

*wojciech.kedziora@tlen.pl

¹Sekcja Biometrii Leśnej Koła Naukowego Leśników, Wydział Leśny SGGW

²Samodzielny Zakład Dendrometrii i Nauki o Produkcyjności Lasu, Wydział Leśny SGGW