

# Zmienność warunków pogodowych w latach wskaźnikowych u sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) i dębu szypułkowego (*Quercus robur* L.) w Puszczy Niepołomickiej

Elżbieta Muter

ARTYKUŁY / ARTICLES

**Abstrakt.** Celem pracy było porównanie warunków pogodowych w latach wskaźnikowych wyznaczonych dla sosny i dębu w Puszczy Niepołomickiej. Stwierdzono, że temperatury i opady w latach wskaźnikowych charakteryzują się bardzo dużą zmiennością. Generalnie badane sosny reagują obniżeniem przyrostu na grubość po mroźnej zimie, zwłaszcza lutym i marcu, oraz kiedy okres wegetacyjny jest ubogi w opady. U dębu wpływ temperatur na przyrost jest słabszy i bardziej zróżnicowany. Wysokie sumy opadów w maju i sierpniu wpływają niekorzystnie na szerokości słojev dębów. Pomimo występowania pewnych reguł, jest wiele przypadków, kiedy reakcje przyrostowe drzew różnią się od spodziewanych.

**Słowa kluczowe:** lata wskaźnikowe, słoje drzew, sosna zwyczajna, dąb szypułkowy, Puszcza Niepołomicka

**Abstract.** The aim of this study was to compare the weather conditions in signature years of pine and oak in the Niepołomice Forest. Temperatures and precipitation in positive and negative signature years are variable. In general, examined pines reduced radial growth after cold winters, especially February and March. The growth of pines was limited also by dry growing season. In the case of oak, the influence of temperatures was weaker and more differentiated. High sums of precipitation in May and August have a negative influence on tree-ring widths of oaks. Despite the occurrence of some regularities, there are many cases, when tree growth reactions were different than expected.

**Key words:** signature years, tree rings, *Pinus sylvestris*, *Quercus robur*, Niepołomice Forest

## Wstęp

Sosna zwyczajna (*Pinus sylvestris* L.) i dąb szypułkowy (*Quercus robur* L.) należą do najważniejszych gatunków drzew leśnych w Europie Środkowej i Wschodniej. Ich wymagania siedliskowe są zasadniczo różne, jednak pomimo tych odmienności drzewostany złożone z sosny i dębu to najczęściej występująca kombinacja gatunków drzewiastych na rozległych obszarach naszego kontynentu. Pomimo wielu opracowań dotyczących przyrostu u obu tych gatunków, niewiele jest prac poświęconych porównaniu ich reakcji wzrostowych (Cedro 2004; Lührte 1991). Nie wiadomo w jaki sposób sosna i dąb, rosnące obok siebie w jednym kompleksie leśnym, a zatem w zbliżonych warunkach klimatycznych, reagują na zmienne z roku na rok warunki pogodowe.

W badaniach dendrochronologicznych za „wskaźnikowy” przyjmuje się rok, w którym większość drzew wytworzyła słoje o pewnych charakterystycznych cechach budowy. Mogą to być słoje wybitnie wąskie lub szerokie, słoje o odmiennym zabarwieniu, gęstości, o małym lub dużym udziale drewna późnego, albo inaczej niż zwykle zaznaczonej granicy między słojevami (Kaennel, Schweingruber 1995; Schweingruber et al. 1990). W literaturze można spotkać różne kryteria wyboru

wspomnianych cech oraz różne metody wyznaczania lat wskaźnikowych (Gonzales 2001; Kelly et al. 1989; Meyer 1998-1999; Schweingruber et al. 1990; Zielski, Krapiec 2004). Lata wskaźnikowe następujące bezpośrednio po sobie tworzą tzw. sygnatury (ang. *signatures*), szczególnie cenne dla datowania drewna nieznanego wieku (Kaennel, Schweingruber 1995).

Celem pracy było wyznaczenie lat wskaźnikowych dla sosny i dębu oraz porównanie warunków meteorologicznych panujących w tych latach, jako możliwej przyczyny wytworzenia słojów o charakterystycznych cechach.

## **Materiał i metody**

Badania przeprowadzono w Puszczy Niepołomickiej, która dobrze reprezentuje drzewostany europejskiego niżu, a wybrane do badań gatunki drzew dominują w jej drzewostanach. Materiał badawczy w postaci wywiertów został pobrany w latach 1999-2000 z 207 sosen rosnących w 14 oddziałach i 74 dębów rosnących w 5 oddziałach Nadleśnictwa Niepołomice. Stanowiska badawcze rozmieszczone były na obszarze całej Puszczy. Na każdym z nich pobrano wywierty z 15-20 drzew. Z panującej warstwy drzewostanu wybrano drzewa o wysokiej żywotności i regularnie rozwiniętej koronie, bez widocznych oznak uszkodzeń ze strony czynników biotycznych i abiotycznych. Z wybranych drzew, przy pomocy świdra przyrostowego Presslera, pobrano dwa wywierty z przeciwnych stron pnia, na wysokości 1,3 m nad powierzchnią gruntu.

Szerokości słojów rocznych pomierzono z dokładnością do 0,01 mm przy pomocy przyrostomierza BEPD 3 firmy BIOTRONIK, uzyskując dla każdego wywiertu chronologicznie uporządkowaną serię pomiarów. Do sprawdzenia poprawności wykonanych pomiarów wykorzystano program COFECHA (Holmes 1994). Zsynchronizowane szerokości słojów z dwóch wywiertów jednego drzewa uśredniono, a następnie dla każdego roku określono liczbę i procent drzew o dodatniej i ujemnej tendencji przyrostowej. Jako brak zmian odnotowano rzadkie przypadki identycznej szerokości słoja. Przyjęto, że negatywne lata wskaźnikowe to lata, w których co najmniej 85% drzew wytworzyło słoje węższe niż w poprzednim roku (ujemne tendencje przyrostowe), natomiast pozytywne lata wskaźnikowe to takie, w których u przynajmniej 85% drzew powstały słoje szersze od ubiegłorocznych (dodatnie tendencje przyrostowe). Określenia lat wskaźnikowych dokonano dla minimum 10 drzew (Zielski, Krapiec 2004). Wyznaczono także sygnatury.

Aby ukazać, w jaki sposób wyznaczone lata widoczne są na krzywych przyrostu radialnego drzew, dla każdego stanowiska obliczono chronologię indeksowaną. Przy pomocy programu ARSTAN (Holmes 1994) do każdej serii pomiarów dopasowano linię trendu w celu wyeliminowania długookresowych fluktuacji. Następnie dla każdego roku obliczono indeks dzieląc wartość pomierzoną (szerokość przyrostu w danym roku) przez wartość z dopasowanej linii trendu. W dalszej kolejności serie otrzymanych indeksów poddano przekształceniu przy pomocy modelu autoregresji, w celu wyeliminowania autokorelacji. Po uśrednieniu tak przekształconych serii otrzymano dla wszystkich stanowisk chronologię indeksowaną, które dobrze obrazują zmiany z roku na rok przeciętnych szerokości słojów badanych drzew.

Do porównań z przyrostem drzew wykorzystano średnie miesięczne temperatury powietrza z wielolecia 1792-1998 oraz miesięczne sumy opadów z wielolecia 1881-1998 (Trepińska 1997). Dane pochodzą z historycznej stacji meteorologicznej Uniwersytetu Jagiellońskiego, zlokalizowanej w Krakowskim Ogrodzie Botanicznym (50°04'N, 19°58'E, 206 m n.p.m.). Stacja położona jest w stosunkowo niewielkiej odległości od badanych drzew, ok. 25 km na zachód od Puszczy Niepołomickiej. Warunki termiczne i opadowe najważniejszych miesięcy w wyznaczonych latach wskaźnikowych przedstawiono w kategoriach ustalonych na podstawie wielkości odchylenia standardowego - s (tab.1). Średnie miesięczne temperatury standaryzowano w odniesieniu do średniej z wielolecia 1792-1998, natomiast miesięczne sumy opadów w odniesieniu do średniej z wielolecia 1881-1998. Dla zobrazowania warunków meteorologicznych w poszczególnych latach wskaźniko-

**Tab. 1.** Pozytywne (+) i negatywne (-) lata wskaźnikowe sosny (So) , dębu (Db) i wspólne dla obu gatunków (So i Db) oraz warunki pogodowe w wybranych miesiącach poprzedniego (-) i bieżącego roku. Temperatury (t) i opady (p) przedstawiono w kategoriach wyznaczonych na podstawie wielkości odchylenia standardowego — s

Table 1. Positive (+) and negative (-) signature years of pine (So), oak (Db) and both species (So i Db) and the weather conditions in selected months of previous (-) and current year. Temperatures (t) and precipitation (p) are expressed in units, determined on the base of standard deviation value - s

ROK	TEMPERATURA							OPADY									
	-XII	I	II	III	VI	VII		-VI	-VII	-VIII	-XI	IV	V	VI	VII	VIII	IX
<b>So -</b>	1976	C	C	N	Z	N	C	BM	N	S	BS	S	N	BS	S	S	N
	1969	Z	N	N	BZ	N	N	BM	N	M	N	S	M	N	N	BM	BS
	1963	Z	BZ	BZ	Z	C	BC	S	M	BS	BM	S	N	N	N	N	BM
	1962	Z	C	N	BZ	BZ	BZ	N	M	N	BM	BM	BM	S	M	BS	N
	1917	BC	N	BZ	BZ	BC	N	N	N	N	S	M	S	BS	S	S	S
	1889	N	Z	N	BZ	BC	N	BM	N	BM	S	N	BS	S	M	S	N
	1880	BZ	N	Z	N	N	BC	brak danych									
	1875	N	N	BZ	BZ	BC	N	brak danych									
1874	N	N	N	Z	N	BC	brak danych										
<b>So +</b>	1997	BZ	N	BC	C	C	Z	S	S	BM	N	N	N	BM	S	N	N
	1988	C	BC	BC	N	N	BC	N	S	N	N	N	N	S	S	N	N
	1961	BC	N	BC	BC	Z	Z	N	BM	BM	N	BS	M	N	S	N	BS
	1945	N	N	C	C	N	N	N	S	S	M	N	N	N	N	N	N
	1933	N	Z	N	N	BZ	N	S	S	S	S	S	S	BM	M	BS	N
	1922	N	Z	Z	C	N	N	BS	S	N	N	N	S	S	N	BS	M
	1912	C	Z	C	BC	C	N	BS	BS	BS	N	BM	BM	M	S	N	BM
	1899	BC	BC	C	N	BZ	Z	S	N	N	S	N	N	N	BM	N	BM
<b>Db -</b>	1978	N	C	N	BC	N	BZ	BS	N	N	N	N	M	N	S	BM	M
	1970	BZ	N	N	N	N	N	N	N	BM	N	N	N	S	BM	M	S
	1942	N	BZ	BZ	BZ	Z	Z	N	S	M	N	M	S	N	S	S	BS
	1915	BC	C	C	Z	C	Z	S	N	S	BS	N	N	BS	N	BM	M
	1902	C	BC	N	N	Z	BZ	BM	N	N	N	S	N	BM	N	N	S
	1887	C	N	Z	Z	BZ	C	N	N	S	S	M	BM	S	BS	S	N
	1885	C	Z	C	N	C	N	BM	N	BS	N	BS	BM	S	BM	N	S
	1882	N	C	C	BC	BZ	C	N	N	S	S	S	M	S	N	BM	N
<b>Db +</b>	1944	N	BC	N	Z	N	N	N	M	N	S	BS	S	N	S	S	S
	1931	N	C	N	BZ	C	C	BS	S	N	BM	N	BS	S	S	BM	BM
	1924	N	Z	BZ	Z	N	Z	N	BS	N	BM	S	BM	N	M	S	N
	1914	C	Z	C	C	Z	N	S	N	BM	N	N	M	S	N	S	BM
	1888	N	Z	Z	N	Z	BZ	S	BS	S	S	N	S	BM	N	BM	N
	1881	C	BZ	N	Z	Z	N	brak danych		S	N	N	N	N	S	BM	N
	1877	N	C	N	N	C	N	brak danych									
	<b>So i Db -</b>	1996	Z	N	Z	BZ	C	Z	N	BS	S	S	N	BM	S	S	BM
1956		BC	C	BZ	Z	N	N	BM	N	M	S	S	N	M	BS	N	S
1952		BC	C	N	BZ	Z	C	N	S	N	S	N	S	N	S	S	BM
1940		N	BZ	BZ	Z	N	N	S	N	BS	M	S	BM	S	N	N	S
1928		BZ	C	N	N	BZ	BC	N	N	N	M	N	M	BS	BS	N	N
1921		N	BC	N	BC	Z	C	N	BM	N	BS	N	S	BS	S	N	BS
1913		BC	N	N	BC	Z	BZ	M	S	N	N	N	N	S	N	BM	N
1904		N	N	C	N	N	C	N	BM	M	M	N	S	S	BS	N	N
<b>So i Db +</b>	1990	BC	BC	BC	BC	N	Z	BM	S	S	N	M	N	S	S	M	BM
	1957	N	C	BC	C	BC	C	M	BS	N	M	N	S	BS	BM	N	N
	1953	N	N	N	N	C	BC	N	S	S	BM	N	N	N	N	S	N
	1905	N	Z	N	N	C	N	S	BS	N	M	N	N	M	M	BM	N
	1884	N	BC	C	N	BZ	N	M	S	S	N	M	BS	BM	N	BS	S

Miesiąc	TEMPERATURA
BC	bardzo ciepły t > 1s
C	ciepły 0,5s < t ≤ 1s
N	w normie -0,5s ≤ t ≤ 0,5s
Z	zimny -1s ≤ t < -0,5s
BZ	bardzo zimny t < -1s

Miesiąc	OPADY
BM	bardzo mokry p > 1s
M	mokry 0,5s < p ≤ 1s
N	w normie -0,5s ≤ p ≤ 0,5s
S	suchy -1s ≤ p < -0,5s
BS	bardzo suchy p < -1s

wych na wykresach przedstawiono średnie miesięczne temperatury powietrza oraz miesięczne sumy opadów od czerwca roku poprzedniego do września roku wytworzenia słoja.

## Wyniki

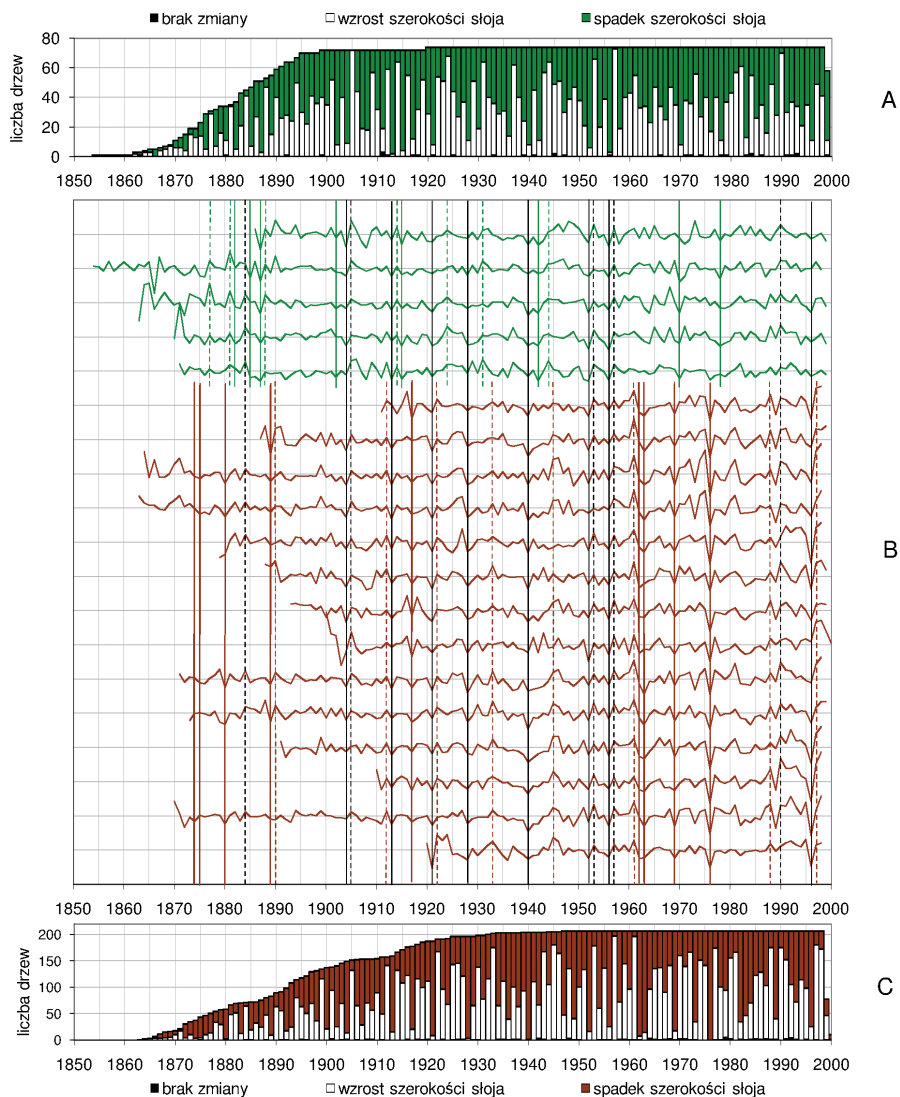
Na podstawie przyjętych kryteriów dla sosny z Puszczy Niepołomickiej wyznaczono 13 pozytywnych i 17 negatywnych lat wskaźnikowych w okresie 1867-2000, natomiast dla dębu 12 lat pozytywnych i 16 lat negatywnych w okresie 1870-1999. Z wyznaczonych osobno dla sosny i dębu 45 lat wskaźnikowych 13 jest wspólnych dla obu gatunków (tab. 1), przy czym w żadnym z nich nie odnotowano przeciwnych kierunków tendencji przyrostowych sosny i dębu (ryc. 1).

Z piętnastu wyróżnionych dla sosny negatywnych lat wskaźnikowych, za najważniejsze uznać należy: 1880, 1921, 1928, 1940, 1962 i 1976, w których zgodność ujemnych tendencji przyrostowych waha się od 95 do 100% (ryc.1). Rok 1976 zasługuje na szczególną uwagę, ponieważ jako jedyny zaznaczył się w wszystkich 207 badanych sosen, i to w sposób bardzo wyraźny - gwałtownym, dobrze widocznym na krzywych obniżeniem przyrostu (ryc. 1). Dla datowania drewna nieznanego wieku tego typu słoje mają największe znaczenie. Nicco inny charakter ma rok 1940 (99% ujemnych tendencji), który wraz z rokiem 1942 jest kulminacją depresji przyrostowej w latach 1935-45. Najważniejsze pozytywne lata wskaźnikowe sosny są tylko dwa: 1957 i 1961. Pomimo, iż obydwa zaznaczają się u drzew równie często (95%), to dodatnie wychylenie szerokości przyrostu w roku 1961 jest o wiele wyraźniejsze (ryc. 1). Wyznaczone lata wskaźnikowe dla sosny tworzą w ośmiu przypadkach sygnatury. Są to lata: 1874-75, 1904-05, 1912-13, 1921-22, 1952-53, 1956-57, 1961-62-63, 1996-97. Najciekawszą i najwyraźniejszą jest sygnatura 1961-62-63, gdzie po wspomnianym już wyraźnym wzroście szerokości słoików u 95% sosen następuje dwuletnia depresja przyrostu zaznaczona u ponad 90% drzew. Zgrupowanie sygnatur 1952-53, 1956-57, 1961-62-63 w tak krótkim okresie czasu stanowi sekwencję, która może być pomocna w datowaniu drewna nieznanego wieku (ryc. 1).

Dla dębu najważniejsze lata o zwiększonym przyroście (95-100%) to: 1881, 1905, 1957, 1990 (ryc. 1). Na uwagę zasługuje rok 1905, w którym wszystkie badane dęby wytworzyły słoje szersze niż w roku poprzednim. Tylko dwa negatywne lata wskaźnikowe, 1913 i 1956, charakteryzują się zgodnością tendencji przekraczającą 95%. Lata wskaźnikowe dębu również tworzą 7 sygnatur. Trzy z nich, w latach 1881-82, 1884-85, 1887-88, przypadają na jedną dekadę, co sprawia, że staje się ona bardzo charakterystyczna. Kolejne cztery sygnatury tworzą lata 1904-05, 1914-15, oraz zgrupowanie 1952-53 i 1956-57.

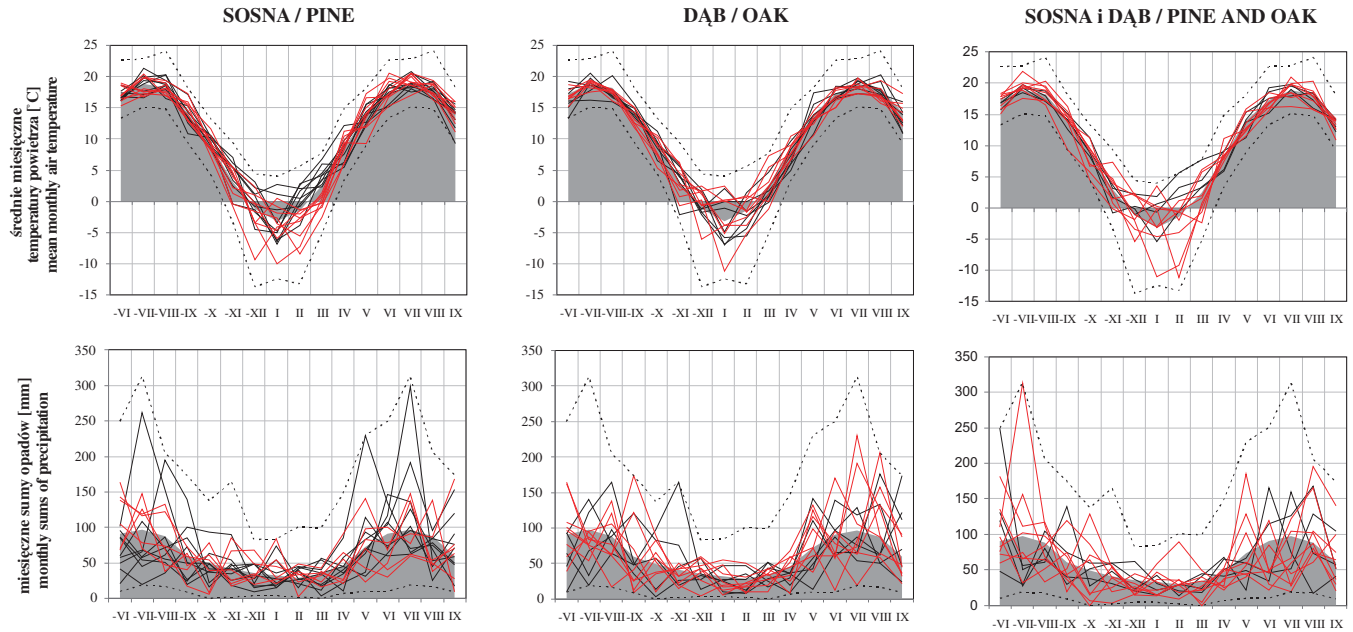
Warunki termiczno-opadowe w wyznaczonych latach wskaźnikowych przedstawiono w tabeli 1. Ich zmienność jest bardzo duża. W negatywnych latach wskaźnikowych sosny 1875, 1889, 1917, 1962, 1963, 1969 spadek przyrostu spowodowały silne mrozy zimowe, zwłaszcza w lutym i marcu. Tak było również w latach 1940, 1952, 1956 i 1996, kiedy obydwa gatunki zareagowały obniżeniem przyrostu. Natomiast w latach 1904, 1921, 1928 i 1976 zimy nie były surowe, ale w sezonie wegetacyjnym wystąpiły dotkliwe dla drzew susze.

Po łagodnych zimach, jeśli w sezonie wegetacyjnym nie brakowało wody, sosny i dęby zwiększały szerokości słoików. Tak było w latach 1884, 1905, 1953. W latach 1957 i 1990 zimy były wyjątkowo łagodne i choć w niektórych miesiącach sezonu wegetacyjnego opady były poniżej przeciętnych, dla sosen i dębów z Puszczy Niepołomickiej są to pozytywne lata wskaźnikowe. Jednak są też lata trudne do interpretacji. W latach 1931 i 1944 marzec był zimny, a w sezonie wegetacyjnym zaznacza się niedobór opadów. Tymczasem u większości dębów przyrosty są szerokie. Natomiast w latach 1970 i 1978 zimy były łagodne, a latem nie brakowało opadów, a u dębów są to lata negatywne. W niekorzystnych warunkach 1942 roku u sosen nie zaznaczyła się na tyle jednorodna reakcja przyrostowa, aby wyróżnić go jako negatywny rok wskaźnikowy (31% przyrostów było szerszych). Podobnie rok 1976 nie zaznaczył się u dębów, w przeciwieństwie do roku 1915, w którym warunki były bardziej korzystne. Aby rozważyć warunki pogodowe w innych latach życia badanych drzew, przedstawiono zmienność warunków pogodowych w latach wskaźnikowych na tle przeciętnych warunków w Krakowie, dodatkowo



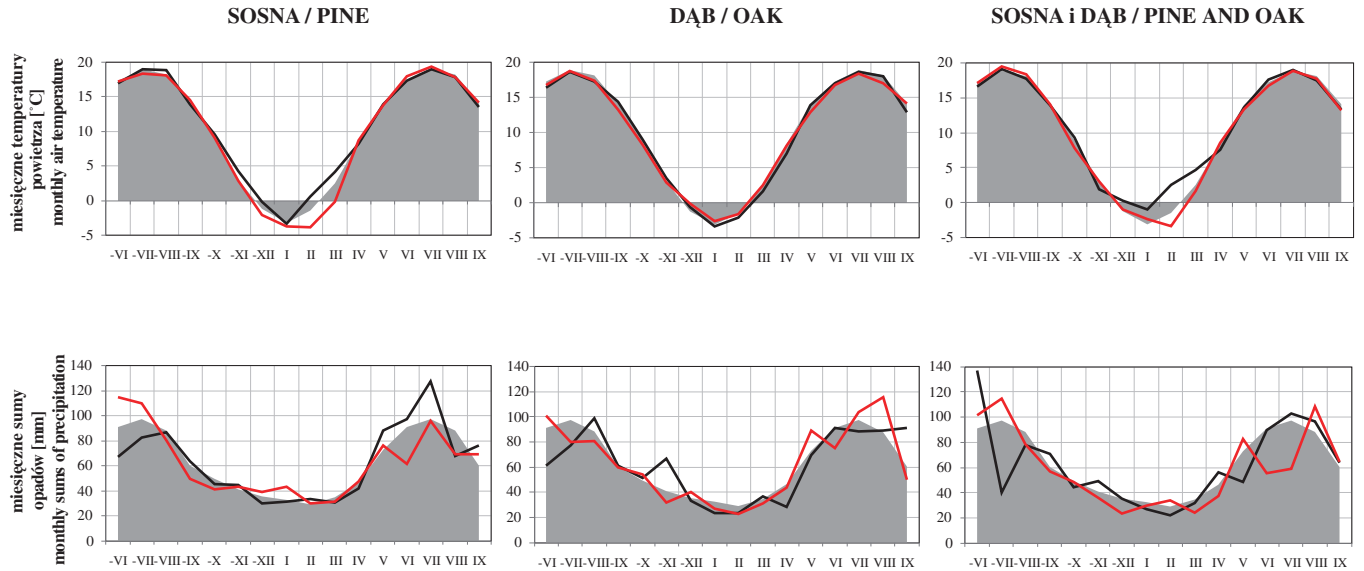
**Ryc. 1.** A - Zmiany szerokości słoików dębu w stosunku do przyrostu poprzedniego roku. B - Chronologie indeksowane dębu (zielone) i sosny (brązowe). Lata wskaźnikowe zaznaczono pionowymi liniami: negatywne (ciągłą), pozytywne (przerywaną), dębu (na zielono), sosny (na brązowo), lata wspólne dla obu gatunków (na czarno). C - Zmiany szerokości słoików sosny w stosunku do przyrostu poprzedniego roku.

*Fig. 1. A - Changes of oak tree-ring width as compared with the growth of previous year. B - Indexed chronologies of oak (green) and pine (brown) trees. Signature years are marked as vertical lines: negative years (solid line), positive years (dashed line), years of oak (green), years of pine (brown), years common for both species (black). C - Changes of pine tree-ring width as compared with the growth of previous year.*



**Ryc. 2.** Średnia miesięczna temperatura powietrza (wykresy na górze) i miesięczne sumy opadów (wykresy na dole) w latach wskaźnikowych pozytywnych (linie czarne) i negatywnych (linie czerwone) sosny, dębu i wspólnych dla obu gatunków. Na szaro przedstawiono przeciętną temperaturę dla wielolecia 1792-1998 oraz przeciętne opady dla wielolecia 1881-1998 w Krakowie. Minimalne i maksymalne wartości średnie dla wymienionych wieloleci przedstawiono w postaci linii przerywanych

*Fig. 2. Mean monthly air temperature (upper graphs) and monthly sums of precipitation (lower graphs) in positive signature years (black lines) and negative signature years (red lines) of pine, oak, and common for both species. Average temperatures for the period 1792-1998 and average precipitation for the period 1881-1998 in Kraków are marked as gray field. Minimal and maximal mean values for mentioned periods are shown as dashed lines*



**Ryc. 3.** Przeciętna średnia miesięczna temperatura powietrza (wykresy na górze) i miesięczne sumy opadów (wykresy na dole) w latach wskaźnikowych sosny, dębu i wspólne dla obu gatunków

*Fig. 3. Average mean monthly air temperature (upper graphs) and average monthly sums of precipitation (lower graphs) in signature years of pine, oak, and common for both species. zaznaczając na wykresach minimalne i maksymalne średnie wartości dla poszczególnych miesięcy (ryc. 2)*

Warunki termiczne w latach wskaźnikowych rzadko zbliżają się do wartości ekstremalnych z wielolecia 1792-1998. Do maksymalnych wartości natomiast zbliżają się sumy opadów miesięcy sezonu wegetacyjnego w pozytywnych latach wskaźnikowych sosny, a do wartości minimalnych opady w niektórych latach negatywnych dębu i wspólnych dla obu gatunków.

Po uśrednieniu temperatury i opadów osobno dla lat pozytywnych i negatywnych, zaczynają wyłaniać się pewne prawidłowości (ryc. 3). Z zestawienia tego wynika, że kluczowe znaczenie ma dla sosni termika lutego i marca, o czym wspomiano wcześniej, oraz w mniejszym zakresie temperatura grudnia, natomiast nie ma takiej zależności w styczniu oraz pozostałych analizowanych miesiącach. Dla dębu termika powietrza wydają się nie mieć znaczenia. W negatywnych latach wskaźnikowych sosny występują niedobory opadów w czerwcu, natomiast w latach pozytywnych obserwowane są wysokie sumy opadów w lipcu. Odwrotna sytuacja jest w sezonie wegetacyjnym poprzedniego roku, po obfitych opadach czerwca i lipca w następnym roku powstają słoje węższe, a po suszy w tych miesiącach słoje szersze. Na przyrost grubości u dębów niekorzystnie wpływają obfite opady w maju i sierpniu oraz niedobór opadów w czerwcu, natomiast suchy czerwiec oraz mokry sierpień i listopad poprzedniego roku sprzyjają tworzeniu szerokich przyrostów w następnym sezonie. Obydwa gatunki reagują obniżeniem przyrostów po mroźnych zimach, zwłaszcza lutym, oraz w czasie niedoborów opadów w czerwcu i lipcu. Ponadto obfite opady w maju roku tworzenia słoja i w lipcu roku poprzedniego mogą ograniczać przyrost grubości sosni i dębów (ryc. 3).

## Dyskusja

Wyznaczone dla sosny lata wskaźnikowe porównano z wynikami prac wybranych autorów zajmujących się tym gatunkiem (Cedro 2004; Feliksik, Wilczyński 2000; Szychowska-Krapiec 2010; Wilczyński 1999; Wilczyński, Skrzyszewski 2002; Zielski 1993). Poza latami negatywnymi 1874, 1875, 1899, 1921 i pozytywnymi 1899, 1905, 1912 wszystkie pozostałe znajdują potwierdzenie w jednej lub kilku pracach wymienionych autorów. Lata wskaźnikowe określone dla dębu w tej pracy wymieniane są także przez innych autorów (Bednarz 1994; Cedro 2004; Kelly et al. 1989, 2002; Krapiec 1998; Ważny 1990), z wyjątkiem negatywnych lat wskaźnikowych 1902, 1913, 1942, 1978 oraz lat pozytywnych 1877, 1881, 1888, 1905, 1914, 1953.

Porównywanie lat wskaźnikowych wyznaczonych przez różnych autorów i dla różnych regionów może nasuwać pewne wątpliwości metodyczne. Po pierwsze, autorzy arbitralnie wyznaczają procentowy próg zgodności tendencji przyrostowych, powyżej którego uznają rok za wskaźnikowy. Jeżeli obniżymy próg tylko o 5%, będziemy dysponować wyraźnie większą liczbą lat wskaźnikowych. W literaturze zauważyć można dużą swobodę w tym względzie, a poszczególni autorzy podejmują decyzje pod kątem własnego celu i materiału badawczego. Wielkość obszaru badań jest drugą przyczyną pewnych odmienności. Im większy jest obszar, tym trudniej o jednorodność reakcji przyrostowych drzew, dlatego niższy procentowy próg możemy przyjąć jako zadowalający. Wspomniane różnice metodyczne i ich konsekwencje wymagają dyskusji. Porównywanie lat wskaźnikowych wyznaczonych na podstawie chronologii z różnych obszarów jest jednak ciekawe, ponieważ pozwala wysnuwać wnioski o zasięgu i charakterze czynników, które powodują określone reakcje przyrostowe u drzew (Zielski, Krapiec 2004).

Jak wynika z przedstawionych materiałów warunki meteorologiczne w wyznaczonych latach wskaźnikowych charakteryzują się bardzo dużą zmiennością. Pomimo występowania pewnych reguł, jest wiele przypadków, kiedy reakcje przyrostowe drzew różnią się od spodziewanych. Przykładem może być zima stulecia 1928/29, z rekordowo niskimi temperaturami lutego, która nie zaznaczyła się szczególnie w przyrostach badanych sosni i dębów - 70% dębów i 33% sosni zwiększyło przyrost w stosunku do roku poprzedniego. Dlatego rok 1929 nie jest negatywnym rokiem wskaźnikowym dla sosni i dębów z Puszczy Niepołomickiej. Tego rodzaju lata, w których warunki pogodowe powinny wyraźnie zaznaczyć się w przyrostach, ale drzewa nie wykazały



jednorodnej reakcji przyrostowej, Wilczyński (2004) określa mianem „lat wyjątkowych”. Jest to kwestia pomijana jak dotąd, a wymagająca uwagi i analiz. Zestawienie wykorzystanych w niniejszej pracy danych meteorologicznych z przyrostami na grubość badanych drzew wskazuje na obecność przypadków, które można określić mianem „lat wyjątkowych”.

## Wnioski

- Obserwując sosny i dęby rosnące w jednym kompleksie leśnym można by się spodziewać, że da się rozdzielić elementy klimatu wpływające na powstawanie wybitnie wąskich i szerokich sło-  
jów w tych odmiennych gatunków. Przeprowadzone analizy nie dają jednak jednoznacznej odpowiedzi w tej kwestii.
- Do charakterystyki warunków w latach wskaźnikowych niewątpliwie przydatne byłoby włą-  
czenie minimalnych i maksymalnych wartości dobowych elementów meteorologicznych oraz  
analiza czynników o charakterze innym niż klimatyczny.
- W średnich miesięcznych wartościach meteorologicznych zawarty jest jednak znaczny potencjał  
do interpretacji mechanizmów powodujących wysoką jednorodność reakcji przyrostowych  
drzew. Z tego względu warto poszukiwać metod analiz statystycznych, które pozwolą ujść  
przedstawioną zmienność. W pracach na temat lat wskaźnikowych jak dotąd stosuje się najczę-  
ściej tylko opis, co najwyżej w zaawansowanej formie graficznej.

## Podziękowania

Prezentowana praca jest częścią badań, prowadzonych w ramach grantu KBN 6P04F02315p/03 pod tytułem „Wpływ czynników naturalnych i antropogenicznych na zróżnicowanie przyrostu drzew i dynamikę roślinności dna lasu w Puszczy Niepołomickiej”.

## Literatura

- Bednarz Z. 1994. *Niedobory wody przyczyną depresji przyrostowych u dębu (Quercus robur L.) w Puszczy Niepołomickiej*. Sylwan 138, 10: 29-41.
- Cedro A. 2004. *Zmiany klimatyczne na Pomorzu Zachodnim w świetle analizy sekwencji przyrostów rocznych sosny zwyczajnej, daglezi zielonej i rodzimych gatunków dębów*. Oficyna IN PLUS, Szczecin.
- Feliksik E., Wilczyński S. 2000. *The influence of thermal and pluvial conditions on the radial increment of the Scots pine (Pinus sylvestris L.) from the area of Dolny Śląsk*. Folia Forestalia Polonica ser. A, 42: 55-66.
- Gonzales I. G. 2001. WEISER: a New Computer Program For Identifying Event and Pointer Years Using Different Criteria. Eurodendro 2001. Book of abstracts. Gozd Martuljek, Slovenia.
- Holmes R. L. 1994. *Dendrochronology Program Library - users manual*. Laboratory of Tree-Ring Research, University of Arizona, Tuscon.
- Kaennel M., Schweingruber F. H. (red.) 1995. *Multilingual Glossary of Dendrochronology. Terms and Definitions in English, German, French, Spanish, Italian, Portuguese and Russian*. Birmensdorf, Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research. Berne, Stuttgart, Vienna, Haupt. 467 pp.
- Kelly P. M., Munro M. A. R., Hughes M. K., Goodess C. M. 1989. *Climate and signature years in west European oaks*. Nature 340: 57-60.
- Kelly P. M., Leuschner H. H., Briffa K. R., Harris I. C. 2002. *The climatic interpretation on pan-European signature years in oak ring-width series*. The Holocene 12: 689-694.
- Krąpiec M. 1998. *Oak dendrochronology of the Neoholocene in Poland*. Folia Quaternaria 69: 5-133.
- von Lührte A. 1991. *Dendroökologische Untersuchungen an Kiefern und Eichen in den stadtnahen Berliner Forsten*. Schriftenreihe des Fachbereichs Landschaftsentwicklung der TU Berlin, 77.
- Meyer F. D. 1998-1999. *Pointer year analysis in dendroecology: a comparison of methods*. Dendrochronologia 16-17: 193-204.
- Schweingruber F. H., Eckstein D., Serre-Bachet F., Bräker O. U. 1990. *Identification, presentation and*

- interpretation of event years and pointer years in dendrochronology.* Dendrochronologia 8: 9-38.
- Szychowska-Krapiec E. 2010. *Long-term chronologies of pine (Pinus sylvestris L.) and fir (Abies alba Mill.) from the Małopolska region and their palaeoclimatic interpretation.* Folia Quaternaria 79: 5-124.
- Trepińska J. (red.) 1997. *Wahania klimatu w Krakowie.* Instytut Geografii UJ, Kraków.
- Ważny T. 1990. *Aufbau und Anwendung der Dendrochronologie für Eichenholz in Polen.* Dissertation, Universität Hamburg.
- Wilczyński S. 1999. *Dendroklimatologia sosny zwyczajnej (Pinus sylvestris L.) z wybranych stanowisk w Polsce.* Praca doktorska, AR w Krakowie.
- Wilczyński S. 2004. *Lata „wskaznikowe” i „wyjątkowe” w ocenie związków „przyrost radialny-klimat”.* Sylwan 148 (5): 30-40.
- Wilczyński S., Skrzyszewski J. 2002. *Dependence of Scots pine tree-rings on climatic conditions in southern Poland (Carpathian Mts.).* EJPAU, series Forestry 5, 2.
- Zielski A. 1993. *Lata wskaźnikowe u sosny zwyczajnej rosnącej w rejonie Torunia dziś i w czasach średniowiecznych.* Acta Universitatis Nicolai Copernici, Biologia 46, 89: 227-244.
- Zielski A., Krapiec M. 2004. *Dendrochronologia.* PWN, Warszawa.

**Elżbieta Muter**

rlkuchni@cyf-kr.edu.pl

Uniwersytet Rolniczy w Krakowie