

# Charakterystyka dendrochronologiczna drzew rosnących na wydmach nadmorskich

*Adrian Olesiak, Robert Tomusiak, Wojciech Kędziora, Rafał Wojtan*

**Abstrakt.** Specyficzną cechą wydm nadmorskich są bardzo trudne warunki do wzrostu roślin, w szczególności roślinności drzewiastej. Drzewa rosną na ubogiej, przepuszczalnej glebie, w środowisku o dużym zasoleniu, podlegając nieustannemu działaniu wysuszającego wiatru, często uszkadzającego korony drzew. Rezerwat „Mierzeja Sarbska”, położony na wydmach między Morzem Bałtyckim a jeziorem Sarbsko, jest unikatowym miejscem w skali Polski, gdzie takie zjawiska można obserwować. Celem niniejszej pracy była charakterystyka przyrostów radialnych sosny zwyczajnej użytej do stabilizacji wydm nadmorskich. Badanie przeprowadzono w jednowiekowych, około stuletnich drzewostanach, rosnących na Mierzei Sarbskiej. Materiał pobrano z drzew o najwyższych stanowiskach biosocjalnych w drzewostanie, uwzględniając odległość od morza jako czynnik potencjalnie różnicujący przyrost radialny drzew. Nie stwierdzono odmiennej wrażliwości sosny zwyczajnej na warunki środowiska w zależności od odległości od linii brzegowej Bałtyku.

**Słowa kluczowe:** sosna pospolita, wydmy nadmorskie, Mierzeja Sarbska, przyrosty radialne.

**Abstract. Dendrochronological characteristics of trees growing on coastal dunes.** Very difficult conditions for plant growth, in particular trees, are specific characteristic of the coastal dunes. Trees grow on poor, permeable soil, in an environment of high salinity, subject to the unceasing action of a drying wind, often damaged tree crowns. The aim of this study was to characterize the radial growth of Scots pine used to stabilize coastal dunes. The study was conducted in the Scots pine stands of the same age (about hundred years) that grow in very difficult conditions on the Mierzeja Sarbska. Material was collected from the trees of the highest biosocial positions in the stand, having regard to except species also distance from the sea, as a factor potentially differentiating radial increment of trees. We did not find different sensitivity of analysed pines on environmental conditions depending on the distance from the shoreline of the Baltic Sea.

**Key words:** Scots pine, coastal dunes, northern Poland, radial increments

## Wstęp

Prawidłowo ukształtowana wydma nadmorska hamuje niszczycielską moc fal i nie dopuszcza do zalania terenów depresyjnych i nizinnych. Posiada charakterystyczny układ, gdzie bezpośrednio z morzem graniczy przedwydma (plaża), która może mieć od kilku do kilkudziesięciu metrów. Następnie rozpoczyna się już wydma, która dzieli się na wydmę przednią i wydmę

starą. Stopień pokrycia wydmy przez roślinność wzrasta wraz z odległością od morza (Pejta 1947). Roślinność drzewiasta najefektywniej utrzymuje wydmy na swoim miejscu, a dodatkowo nadaje wybrzeżu wyjątkowe walory krajobrazowe. Przed zalesieniem wydma musi być całkowicie ustabilizowana. Złe zabezpieczenie wydmy oraz bardzo wąski pas przedwydmy mogą spowodować, że nawet starsze drzewa zostaną wymyte przez fale, a cały wał zabrany przez morze. Stabilizowanie wydm odbywa się przy pomocy witek wierzbowych, faszyny, rozsypanej na wiosnę gliny, mat wiklinowych, wysiewania trawy i innych sposobów. Następnie, gdy istnieje pewność co do jej ustabilizowania, można przystąpić do zalesiania, wykorzystując do tego najlepszej jakości sadzonki sosny, akacji, wierzby lub brzozy (Pejta 1947). Nie wszystkie wymienione gatunki drzew nadają się jednakowo do obsadzania wydm. Istnieją uwarunkowania co do ilości pobieranej przez drzewa wody, odporności na wysuszający wiatr i innych ograniczeń występujących na wydmach. Nie można dopuścić do sytuacji, gdy w kilka lat po wykonanym zalesieniu wydma ulega destabilizacji z powodu wypadnięcia drzewostanu z racji jego niedostosowania do panujących warunków. Drzewostany na terenie Rezerwatu „Mierzeja Sarbska” pełnią funkcję stabilizacyjną, osłaniając przed wiatrem nie dopuszczając do erozji wietrznej. Rosną tam drzewostany sosny zwyczajnej posadzone przez niemieckich leśników około 100 lat temu. Z powodu objęcia tego terenu ochroną rezerwatową nie wykonuje się tam żadnych zabiegów hodowlanych. Daje to możliwość zaobserwowania naturalnych możliwości wzrostu sosny na tym terenie, w tym wzrostu na grubość.

Celem pracy jest poznanie, jak sosna zwyczajna jest przystosowana do życia i wzrostu w trudnych warunkach, jakie występują na wydmach nadmorskich.

## Teren badań

Rezerwat „Mierzeja Sarbska”, znajdujący się na terenie Nadleśnictwa Lębork (leśnictwo Ulinia, obręb Łeba), jest rezerwatem częściowym o powierzchni 546,63 ha, z której większą część pokrywa bór bażynowy. Występują tutaj niektóre z rzadkich roślin, takie jak mikołajek pomorski, jasioniec piaskowy czy groszek nadmorski (Markowski 2004). Obszar rezerwatu obejmuje 23 oddziały położone pomiędzy rozciągającym się na szerokości ok. 1 km wybrzeżem (od północy) a jeziorem Sarbsko i łąkami należącymi do wsi Ulinia (od południa). Od strony zachodniej rezerwat graniczy z lasami, które są własnością miasta Łeba. Rezerwat leży na obszarze wpływów klimatu bałtyckiego, charakteryzującego się krótką, łagodną zimą oraz długą i łagodną jesienią. Na skutek mocno rozwiniętej cyrkulacji zachodniej zmienność pogodowa jest duża. Ciągłe wiatry i wilgotne powietrze powodują, że tereny te są bez ustanku zasilane aerozolem morskim. Jest to ważny czynnik abiotyczny, który ma duży wpływ na wzrost drzew na terenie rezerwatu.

## Material i metody

Materiał badawczy pobrano z drzewostanów wzrastających na powierzchni wydm nadmorskich w Rezerwacie „Mierzeja Sarbska” we wrześniu 2010 roku w ramach obozu naukowego Sekcji Biometrii Leśnej Koła Naukowego Leśników. Wytypowanych zostało 5 powierzchni porośniętych sosną zwyczajną w dominującej na terenie rezerwatu V klasie wieku. Stanowiska wybrano w taki sposób, że część z nich znajdowała w sąsiedztwie morza (ok. 100 m od morza; te powierzchnie nazywane są w dalszej części pracy „blisko morza”), a część z nich

usytuowana była dalej od morza (od 500 do 1000 m; powierzchnie określane w dalszej części jako położone „daleko od morza”). Przyjęto następujący sposób oznaczenia ww. powierzchni: numer powierzchni (P1, P2, ..., P5) oraz odległość od morza: (Bm – blisko morza, Dm – daleko od morza).

Z każdej powierzchni pobrano 15 wywierćów świdrem Presslera z drzew o najwyższym stanowisku biosocjalnym w drzewostanie. Według Frittsa (1976) taka ilość prób ze stanowiska jest zalecana, jeśli chodzi o badania z dziedziny dendrochronologii. Wiercenia na wysokości 1,3 m starano się wykonać pod kątem prostym w stosunku do osi drzewa, celując w rdzeń. Próbki wyszlifowano i zeskanowano w rozdzielczości 1200 dpi. W przypadku mniej wyraźnie zaznaczonych i węższych słoików wykonano skany w wyższej rozdzielczości, by móc precyzyjnie określić szerokość rocznego przyrostu. W programie *CooRecorder* pomierzono wielkości słoików rocznych, a w programie *CDendro* ([www.cybis.se](http://www.cybis.se)) sekwencje osobnicze z każdej powierzchni zestawiono w kolekcje, dokonując wstępnej oceny synchronizacji ciągów przyrostowych. W *CDendro* uzyskano plik wyjściowy stanowiący bazę do dalszych analiz dendrochronologicznych.

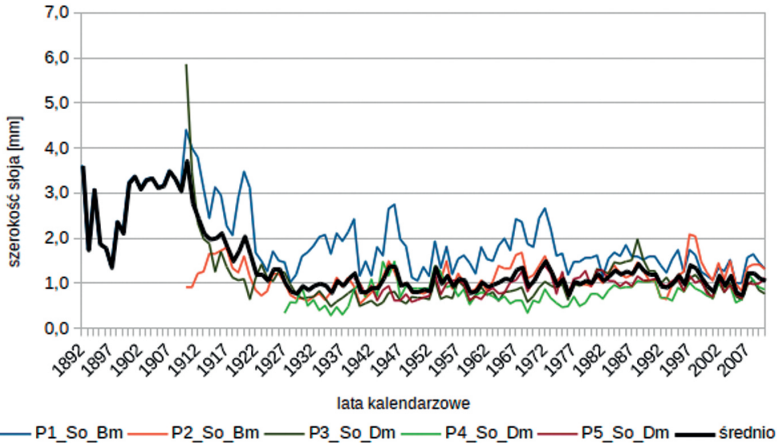
Program *COFECHA* (Holmes 1986) zastosowano do oceny poprawności datowania wszystkich słoików i zgodność każdej sekwencji z pozostałymi. W programie *CRONOL* (Holmes 1999) uzyskano chronologie standardowe i rezydualne, wyrażających względne szerokości słoików rocznych w postaci indeksów. Standaryzację przeprowadzono dla każdego z pięciu stanowisk osobno. Program *DENDROCLIM 2002* umożliwił ustalenie korelacji między zaobserwowaną w ciągu wielolecia szerokością słoików a miesięczną sumą opadów i średnią temperaturą miesięczną.

## Wyniki

Analiza przebiegu chronologii rzeczywistych wykazała zmienność dynamiki przyrostów radialnych na poszczególnych powierzchniach (ryc. 1). Największe średnie przyrosty zanotowano na powierzchni w niewielkiej odległości od morza. Nie można natomiast jednoznacznie stwierdzić, na której powierzchni drzewostany wytworzyły najmniejsze średnie przyrosty. Sygnał dendrochronologiczny jest zgodny dla większości powierzchni. Doskonale widoczny jest trend wiekowy, przejawiający się w wytwarzaniu przez drzewo coraz węższych przyrostów wraz z wiekiem. Największą wrażliwością wykazały się powierzchnie P4\_So\_Dm oraz P3\_So\_Dm (tab. 1).

W latach 1941, 1960, 1969, 2000 i 2005 przyrost na badanych stanowiskach był znacznie mniejszy niż w innych słabszych latach, znacznie odbiegający od średniej (ryc. 2). Z kolei w latach 1914, 1926, 1944, 1984, 1989 przyrost był znacznie wyższy niż średni, co sugeruje, że warunki wzrostu w tych latach były bardzo korzystne. Średnia wartość w każdym drzewostanie przyjęła spodziewaną wartość jeden, pomimo tego, iż większość median przyjmuje wartości poniżej jednego, co może sugerować asymetrię rozkładu. Potwierdzają to wartości skośności (tab. 2).

Przebieg pozbawionych trendu wiekowego i autokorelacji chronologii rezydualnych przedstawiono na rycinie 3. W kilku latach wystąpiły przyrosty odbiegające w znaczny sposób nie tylko od wartości 1, ale i od przyrostów na pozostałych powierzchniach. Pozytywnie odbiegły lata 1916, 1925, 1944, 1957, 1984, 1988, 1997, a negatywnie lata 1922, 1940, 1992, 2000. Najwięcej tego typu anomalii zaobserwowano na stanowisku P5\_So\_Dm (daleko od morza).



**Ryc. 1.** Chronologie rzeczywiste drzew w drzewostanach sosny zwyczajnej na wydmach nadmorskich w Rezerwacie „Mierzeja Sarbska”

*Fig. 1. Raw data chronologies for Scots pine stands on coastal dunes in “Mierzeja Sarbska” Reserve*

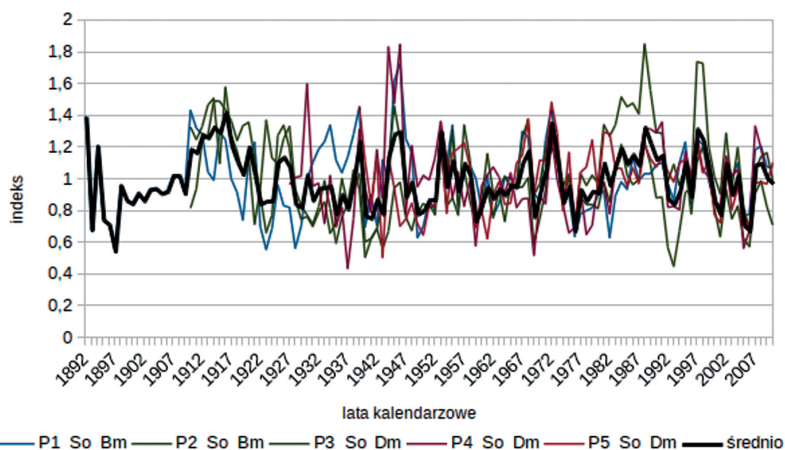
**Tab. 1.** Charakterystyka chronologii rzeczywistych sosen rosnących na wydmach nadmorskich w Rezerwacie „Mierzeja Sarbska”

*Table 1. Characteristic of the raw data chronologies for Scots pine stands on coastal dunes in “Mierzeja Sarbska” Reserve*

Powierzchnia	Rok początku	Rok końca	Liczba lat	Korelacja z chronologią wzorcową	Szerokość słoja	Maksimum	Odczylenie standardowe	Autokorelacja	Średnia wrażliwość
P1_So_Bm	1892	2010	119	0,599	1,86	4,26	0,770	0,648	0,245
P2_So_Bm	1910	2010	101	0,559	1,21	3,01	0,520	0,664	0,262
P3_So_Dm	1910	2010	101	0,539	0,95	3,12	0,537	0,757	0,279
P4_So_Dm	1927	2010	84	0,588	0,83	2,24	0,411	0,616	0,295
P5_So_Dm	1939	2010	72	0,534	1,00	2,00	0,376	0,548	0,263

Pomimo tego chronologie ze wszystkich stanowisk w dużym stopniu pokrywają się, obrazując, jak reagowały drzewa w poszczególnych latach.

Przyrosty sosny z powierzchni położonych daleko od morza są skorelowane (głównie negatywnie) z warunkami termicznymi końca roku poprzedniego. Natomiast powierzchnie blisko morza przyrastają lepiej, gdy zima i lato są ciepłe. W przypadku miesięcznej sumy opadów korelacja dodatnia wskazuje, że im wyższe opady we wrześniu roku poprzedzającego, tym większego przyrostu możemy się spodziewać w następnym roku. Prawidłowość ta została zaobserwowana na wszystkich powierzchniach. Wysokie opady w maju i czerwcu w roku tworzenia się przyrostu również wpływają dodatnio na jego wielkość, ale gdy w lipcu opady przekroczą pewną krytyczną wartość, powodują przystopowanie przyrastania drzewa na grubość.



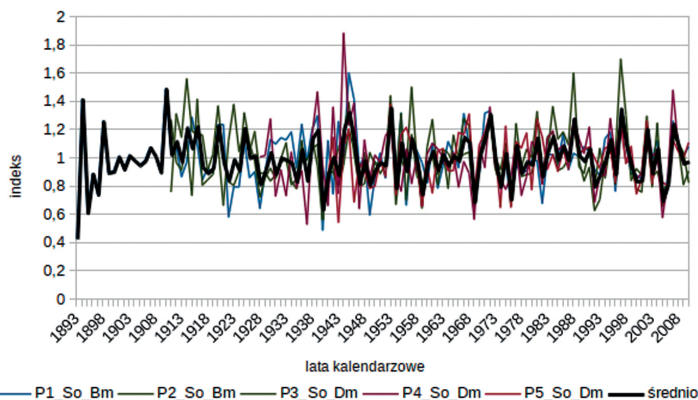
**Ryc. 2.** Chronologie standardowe drzew w drzewostanach sosny zwyczajnej na wydmach nadmorskich w Rezerwacie „Mierzeja Sarbska”

*Fig. 2. The standard chronologies for Scots pine stands on coastal dunes in “Mierzeja Sarbska” Reserve*

**Tab. 2.** Charakterystyka chronologii standardowych rezydualnych sosen rosnących na wydmach nadmorskich w Rezerwacie „Mierzeja Sarbska”

*Table 2. Characteristic of the standard and residual chronologies for Scots pine stands on coastal dunes in “Mierzeja Sarbska” Reserve*

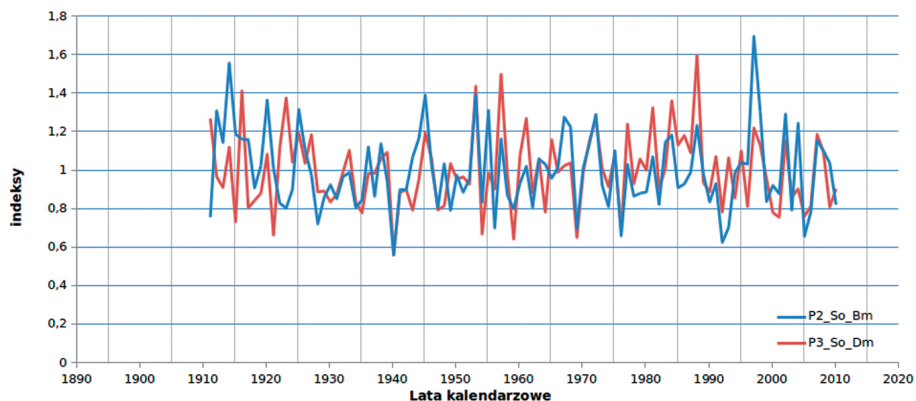
Powierzchnia	Rok początkowy	Rok końcowy	Długość chronologii	Średnia	Mediana	Średnia wrażliwość	Odchylenie standardowe	Skosność	Kurtroza	Autokorelacja I rzędu
chronologie standardowe										
P1_So_Bm	1892	2010	119	1,000	0,993	0,187	0,225	0,456	0,355	0,39
P2_So_Bm	1910	2010	101	1,000	0,946	0,187	0,253	0,592	0,329	0,58
P3_So_Dm	1910	2010	101	1,000	0,959	0,185	0,269	0,645	0,085	0,65
P4_So_Dm	1927	2010	84	1,000	0,991	0,230	0,255	0,876	1,969	0,29
P5_So_Dm	1939	2010	72	1,000	1,041	0,208	0,207	-0,047	-0,180	0,20
P1_So_Bm	1892	2010	119	1,000	0,993	0,187	0,225	0,456	0,355	0,39
chronologie rezydualne										
P1_So_Bm	1893	2010	118	1,000	0,986	0,235	0,205	0,077	0,608	-0,13
P2_So_Bm	1911	2010	100	1,000	0,978	0,222	0,205	0,702	0,864	0,08
P3_So_Dm	1911	2010	100	1,000	0,990	0,230	0,195	0,530	0,586	-0,11
P4_So_Dm	1928	2010	83	1,000	1,005	0,260	0,225	0,783	2,246	-0,07
P5_So_Dm	1941	2010	70	1,000	1,031	0,239	0,185	-0,299	-0,312	-0,24



**Ryc. 3.** Chronologie rezydualne drzew w drzewostanach sosny zwyczajnej na wydmach nadmorskich w Rezerwacie „Mierzeja Sarbska”

*Fig. 3. The residual chronologies for Scots pine stands on coastal dunes in “Mierzeja Sarbska” Reserve*

Dodatkowym obserwacjom poddano kształtowanie się wielkości przyrostów rocznych sosny rosnących w różnej odległości od położonego od strony północnej Bałtyku. W przypadku drzewostanów usytuowanych blisko (P2\_So\_Bm) i daleko od morza (P3\_So\_Dm) wydaje się nie mieć znaczenia, w jakiej odległości wzrastają drzewa, co potwierdza średnia wrażliwość chronologii rezydualnych (tab. 2) oscylująca na podobnym poziomie. Obie porównywane powierzchnie mają tyle samo lat wskaźnikowych, choć nie zawsze są to te same lata. Na powierzchni P3\_So\_Dm zaobserwowano, że w znacznie większym stopniu na szerokość słoju ma wpływ temperatura lata roku poprzedniego – im wyższa, tym przyrosty mniejsze. Na powierzchni P2\_So\_Bm pozytywnie wpływają duże opady w miesiącach wiosennych i letnich



**Ryc. 4.** Porównanie przebiegu chronologii rezydualnych sosny zwyczajnej rosnącej blisko (P2\_So\_Bm) i daleko (P3\_So\_Dm) od morza

*Fig. 4. The comparison of residual chronologies of Scots pine stands growing close to (P2\_So\_Bm) and in moderate distance from the seashore (P3\_So\_Dm)*

w roku wystąpienia przyrostu. Trudno jednoznacznie określić, czy odległość od morza ma wpływ na przyrosty tego gatunku na terenie Rezerwatu „Mierzeja Sarbska”, choć obserwacja przebiegu chronologii rezydualnych wskazuje na ogół większe wychylenia indeksów przyrostowych w drzewostanie sąsiadującym z Bałtykiem.

## Dyskusja

Głównym czynnikiem determinującym przyrosty radialne drzew jest klimat (Fritts 1976; Cook i in. 1990), ale wpływać na nie mogą również gradacje owadów lub zabiegi pielęgnacyjne w drzewostanach gospodarczych (Kędziora i Tomusiak 2012). Stąd też szeregi czasowe szerokości słoju rocznych są cennym źródłem wiedzy z zakresu ekologii drzew leśnych (Wilczyński i Feliksik 2007). Badania relacji przyrost–klimat wykazują silny związek szerokości słoju rocznych z czynnikami termiczno-pluwialnymi w warunkach, gdy występuje niedobór któregośkolwiek z nich. Działa tutaj sformułowane w 1841 r. przez Liebiga prawo czynnika ograniczającego. W największym stopniu podlegają temu prawu drzewa rosnące w trudnych warunkach środowiskowych, jakie występują w górach wraz ze zwiększaniem się wysokości nad poziomem morza bądź na terenach wysuniętych daleko na północ, wraz ze zwiększaniem się szerokości geograficznej. Na nieco mniejszą skalę można takie zjawisko obserwować również na wydmach nadmorskich, gdzie warunki środowiskowe są wypadkową ubogich gleb (piaski), silnych wiatrów od strony morza przenoszących dodatkowo aerozole. W tych trudnych warunkach niewiele gatunków roślin może swobodnie egzystować, w szczególności gatunków drzewiastych. W gospodarce leśnej na takich terenach stosuje się sosnę zwyczajną, sosnę czarną oraz sosnę górską – kosodrzewinę.

W ten sposób ponad 100 lat temu Niemiecy leśnicy zagospodarowali pas między jeziorem Sarbsko a brzegiem Bałtyku, gdzie w 1976 roku utworzono Rezerwat „Mierzeja Sarbska”. Blisko stuletnie drzewostany utrwalające wydmy nadmorskie na terenie Mierzei Sarbskiej są doskonałym obiektem do obserwacji możliwości adaptacyjnych wszystkich znajdujących się tam gatunków. W niniejszej pracy stwierdzono, że najdłuższą (119 lat) chronologią wykazało się stanowisko P1\_So\_Bm, czyli sosna zwyczajna rosnąca blisko morza, a najkrótszą chronologią stanowisko P5\_So\_Dm (72 lata), gdzie sosna zwyczajna rosła daleko od morza. Największą średnią szerokość słoja zanotowano na stanowisku P1\_So\_Bm (1,86 mm), a najniższą na stanowisku P4\_So\_Dm. Powierzchnia ta wykazała się też największą wrażliwością na wszelkie zmiany środowiskowe, o czym świadczy wielkość ważnego w dendrochronologii wskaźnika, jakim jest średnia wrażliwość kształtująca się tutaj na poziomie 0,295. Najmniejszą wrażliwością cechowała się powierzchnia nr 1 z rosnącą na niej sosną zwyczajną blisko morza, co świadczy o tym, iż w najsłabszym stopniu wykazywała reakcję przyrostową na zmieniające się warunki środowiska.

Pozbawione trendu wiekowego chronologie standardowe, wykonane w tej pracy, mogą posłużyć do datowania próbek. Wyznaczono lata, w których przeciętny indeks przyrostowy był niski (1923, 1928, 1935, 1940, 1947, 1959, 1969, 1979, 1982, 1993, 2005) oraz lata z wysoką wartością indeksów (1914, 1924, 1934, 1939, 1945, 1953, 1968, 1972, 1988, 1997). Największa zaobserwowana wartość indeksu wyniosła 1,93 (1988) i było to na stanowisku P1\_So\_Bm, najmniejszą wartość stwierdzono również na tym stanowisku w 2006 roku (0,42). W roku 1944 zanotowano na stanowisku P4\_So\_Dm największy indeks na chronologii rezydualnej, który wyniósł 1,88, najmniejszy zaś, o wartości 0,39, zanotowano w roku 1992 na powierzchni



P1\_So\_Bm. Z przeprowadzonych analiz wynika, że im wyższa średnia temperatura miesięcy od stycznia do kwietnia, tym większej szerokości słoju należy się spodziewać w danym roku. Takie samo spostrzeżenie zanotowała Cedro (2004). Z kolei im cieplejszy czerwiec roku poprzedniego, tym mniejszych przyrostów można się spodziewać w roku kolejnym. Gdy wrzesień poprzedniego roku jest wilgotny, również można liczyć na szeroki przyrost w roku następnym. Duże opady w czerwcu i lipcu wykazują korelację dodatnią z szerokością przyrostów.

Sosna jest gatunkiem pionierskim, który dobrze radzi sobie w bardzo niesprzyjających warunkach. Zasiedla tereny bardzo suche i ubogie, ale również te bardzo wilgotne, a jego spektrum występowania jest bardzo szerokie. Widywano już sosny rosnące na dachach starych budynków, w szczelinach dróg i chodników, na jałowych piaskach, gdzie wydawało się, że nic nie ma prawa rosnąć. Nie podlega wątpliwości, że sosna jest idealnie przystosowana do roli, jaką odgrywa w środowisku, wzrastając niejednokrotnie w bardzo ciężkich warunkach. Obserwacje wzrostu sosny zwyczajnej na wydmach nadmorskich potwierdzają powyższe stwierdzenia. Pomimo nieco większej wrażliwości niż w typowych drzewostanach gospodarczych sosna zwyczajna na terenie Rezerwatu „Mierzeja Sarbska” charakteryzuje się średnimi przyrostami blisko 1 mm. Co najważniejsze, drzewostany sosny zwyczajnej doskonale pełnią funkcję stabilizacyjną, osłaniając wydmy przed wiatrem i nie dopuszczając do erozji wietrznej. Zatem decyzja niemieckich leśników, którzy około 100 lat temu wybrali sosnę zwyczajną do zalesienia Mierzei Sarbskiej wydaje się dziś w pełni uzasadniona.

## Wnioski

- Największymi przeciętnymi wielkościami słoju rocznych na wydmach nadmorskich w Rezerwacie „Mierzeja Sarbska” wykazała się sosna zwyczajna rosnąca blisko linii brzegowej.
- Dla sosny zwyczajnej rosnącej blisko morza szerokość słoju rocznych okazała się w większym stopniu skorelowana z temperaturą powietrza. Z kolei dla sosny rosnącej daleko od morza stwierdzono silniejszą korelację z opadami. Może to świadczyć o tym, iż sosna zwyczajna blisko morza cierpi od chłodu, a położona dalej od morza – od niedostatku wody.
- Chronologie sosny zwyczajnej rosnącej w podlegających ochronie drzewostanach na wydmach nadmorskich mogą stanowić cenne źródło sygnału klimatycznego i wskazane jest ich użycie przy budowie regionalnych standardów dendrochronologicznych tego gatunku.

## Podziękowania

Składamy serdeczne podziękowania dla Pana Nadleśniczego i pracowników Nadleśnictwa Lębork za pomoc w realizacji badań.

## Literatura

Cedro A. 2004. Zmiany klimatyczne na Pomorzu Zachodnim w świetle analizy sekwencji przyrostów rocznych sosny zwyczajnej, daglezi zielonej i rodzimych gatunków dębów. Oficyna.



- Cook E., Briffa K., Shiyatov S., Mazepa V. 1990. Tree-ring standardization and growth-trend estimation. W: Cook E.R., Kairiukstis L.A. (red.). *Methods of Dendrochronology*.
- Fritts H.C. 1976. *Tree Rings and climate*. London, Academic Press.
- 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. (red.). *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.
- Kędziora W., Tomusiak R. 2012. Dendrochronologiczna analiza przyrostów radialnych dębu szypułkowego (*Quercus robur* L.) z terenu Mazurskiego Parku Krajobrazowego. *Studia i Materiały CEPL, Rogów*, 30 (1): 29–36.
- Markowski R., Buliński M. 2004. Ginące i zagrożone rośliny naczyniowe Pomorza Gdańskiego. *Acta. Bot. Cassub. Monogr.* 1: 1–75.
- Pejta P. 1947. *Wydmy i lasy nadmorskie oraz utrwalanie brzegów*. Kraków.
- Wilczyński S., Feliksik E. 2007. Local chronologies and regional diversity of dendrochronological signal of Douglas Fir in Poland. *Geochronometria*, 26: 69–80.
- Zielski A., Krąpiec M. 2009. *Dendrochronologia*. Wydawnictwo Naukowe PWN.

**Adrian Olesiak<sup>1</sup>, Robert Tomusiak<sup>2</sup>, Wojciech Kędziora<sup>3</sup>, Rafał Wojtan<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie,  
Sekcja Biometrii Leśnej Koła Naukowego Leśników  
adrianolesiak12@wp.pl

<sup>2</sup>Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Wydział Leśny,  
Samodzielna Pracownia Dendrometrii i Nauki o Produkcyjności Lasu  
robert.tomusiak@wl.sggw.pl  
rafal.wojtan@wl.sggw.pl

<sup>3</sup>Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Wydział Leśny,  
Katedra Urządzania Lasu  
w.kedziora@wl.sggw.pl